

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Ökoloogia ja Maateaduste instituut  
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö loodusgeograafias

## **Geopärand loodava Vooremaa geopargi alal**

Elisabet Kirsi

Juhendaja: PhD Tiit Hang

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2016

# Infoleht

## Geopärand loodava Vooremaa geopari alal

Elisabet Kirsi

Töö annab ülevaate loodava Vooremaa geopargi olulisematest geoloogia ja pinnamoega seotud huviobjektidest, mida käesolevas töös üldistavalt nimetatakse geopärandiks. Huviobjekt on geoloogia ja pinnamoega seotud nähtus, millel on oluline roll mingi piirkonna või selle arenguloo kirjeldamisel, ja mis kannab endas geoloogilist ajalugu, looduse ja kultuuriga seotud pärandeid ning loodushariduslikku aspekti. Käsitletavad geopärandid jaotati kahte klassi: A–aluspõhjageoloogilised huviväärsused ja B–pinnakatte ja pinnamoega seotud huviväärsused ning need on välja toodud töö käigus loodud interaktiivses andmebaasis (CD peal). Andmebaasis kirjeldatakse kokku 73 objekti asukohta, mõõtmeid, antakse ülevaade objekti käsitlevast kirjandusest ning hinnang objekti potentsiaalile geopargi ideed silmas pidades. Hinnangu lahtrist avaneb rippmenüü, kus on võimalik huviväärsusi sorteerida vastavalt vajadusele. Põhjalikum kirjanduse loetelu on leitav töö lõpust. Objektide loetelu ei pretendeeri lõplikkusele vaid seda tuleb võtta kui esialgset ning edaspidi täienevat.

**Märksõnad:** Geopärand, Vooremaa, geoloogilised huviväärsused, pinnamood, geopark.

CERCS kood P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

## Geoheritage potential at Vooremaa geopark

Elisabet Kirsi

Main goal of this work is to review the geoheritage potential at Vooremaa geopark. Geological and/or geomorphological phenomenon that have an important role in describing the area and its geological evolution are currently understood as geoheritage. Geoheritage is important because of its geological, natural and cultural significance and its possibility to be used for educational purposes. Currently objects of interest are divided into two groups: A–bedrock-related objects and B– quaternary sediments and topography-related objects. All objects mentioned in the paper are visible in the database (on CD) which was created as a part of this work. The database displays a list of potential geoheritage sites their location and measures. References given in the database include only the sources that were used for creating the database. Evaluation of the potential of the sites of interest their accessibility, attractiveness, available information etc. should be considered as preliminary and needs to be supported by further field studies.

**Key words:** Geoheritage, Vooremaa drumlin field, geological sites of interest, topography, geopark.

CERCS code P510 Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology



# Sissejuhatus

1. Geopargi kontseptsioon, geopargid meil ja mujal.....	6
1.1 Geopargi eesmärgid.....	6
1.2 Euroopa geoparkide võrgustik.....	7
1.3 Globaalne geoparkide võrgustik.....	7
1.4 Geoloogiline konserveerimine.....	8
1.5 Geopargid Eestis.....	8
1.5.1 Saarte Geopark.....	8
1.5.2 Loode-Eesti geopark.....	9
1.5.3 Planeeritav Vooremaa geopark.....	9
2. Materjal ja metoodika.....	10
2.1 Varasem uuritus ja allikad.....	10
2.2 Metoodika.....	10
2.3 Loodava geopargi asend ja piirid.....	11
2.4 Ala loodusgeograafiline ülevaade.....	12
2.4.1 Pinnamood.....	12
2.4.2 Aluspõhja reljeef.....	13
2.4.3 Aluspõhja geoloogia.....	15
2.4.4 Pinnakate.....	19
3. Tulemused ja arutelu.....	20
3.1 Aluspõhjageoloogilised huviobjektid.....	21
3.1.1 Paljandid.....	21
3.1.1.1 Looduslikud paljandid.....	21
3.1.1.2 Inimtekkelised paljandid.....	22
3.1.2 Karjäärid.....	22
3.2 Pinnakatte ja pinnamoega seotud huviobjektid.....	23
3.2.1 Liustikutekkeline pinnamood ja setted.....	23
3.2.1.1 Vooremaa ja voored.....	23
3.2.1.2 Liustiku sulaveetekkeline pinnamood.....	28
3.2.1.3 Otepää kõrgustik ja künklik moreenreljeef.....	33
3.2.1.4 Moreentasandikud.....	35
3.2.1.5 Liustikutekkelised järvenõod ja järvesetted.....	36
3.2.1.6 Sölldid.....	49
3.2.1.7 Rändrahnud.....	50
3.2.2 Vooluvee tekkelised ehk fluviaalsed pinnavormid.....	54
3.2.3 Lainetuse ehk abrasioonilised pinnavormid.....	57
3.2.4 Organogeensed pinnavormid ja setted.....	58
4. Järeldused.....	64
Kokkuvõte.....	66
Tänuavaldused.....	68
Summary.....	69
Kasutatud kirjandus.....	70

## Sissejuhatus

Geopark on kindlalt piiritletud geoloogiliste, loodus- ja kultuuriväärtuste poolest rikas piirkond, kus erinevad tegevused nende rikkuste väärtustamiseks pakuvad elanikele võimalust kohaliku elu edendamiseks. Geopargi ülesanne on geopärandi edasikandmine ja tutvustamine. Geopärand on geoloogiline objekt, millel on oluline roll mingi piirkonna arenguloo kirjeldamisel ja mis kannab endas geoloogilist ajalugu, looduse ja kultuuriga seotud pärandeid ning loodushariduslikku aspekti. Geopargid on Eestis suhteliselt uus nähtus. Esimene geopark rajati Eestisse 2010. aastal. 2016. aasta seisuga on Eestis kokku kaks geoparki – Loode-Eesti geopark ja Saarte Geopark. Kolmas geopark, tingliku nimega Vooremaa geopark (edaspidi Park), on ettevalmistamisel ning see on kavas luua Jõgeva- ja Tartumaa üleselt, hõlmates 29 omavalitsust.

Pargi idee eestvedajad ei oma erialast tausta ja seetõttu on tekkinud vajadus loodus- ja pärandkultuuri objektide inventuuriks, andmebaaside koostamiseks ning nende põhjal Parki tutvustavate infomaterjalide koostamiseks. Pargi initsiatiivi eestvedajad on võtnud sihiks teha koostööd teadlaste ja kõrgkoolidega võimalike objektide kaardistamisel ja marsruutide väljatöötamisel. Geoloogia, reljeefi ja maastikega seotud objektide kaardistamiseks on ühendust võetud Tartu ülikooli geoloogia ja geograafia osakonnaga. Käesolev töö on esmaseks katseks kaardistada ja hinnata geoloogilisi ja reljeefiga seotud võimalikke huviobjekte Pargi territooriumil. Seejuures tuleb märkida, et Pargi idee eestvedajate poolt pole esitatud piiranguid ega ka loendit võimalike objektide kohta, mida loodusturismi ja –hariduse seisukohalt hinnata. Seetõttu on käesolev töö autori nägemus, kus objektide valikul lähtuti nende geoloogilise tähtsuse/erandlikkuse ning loodushariduslikust aspektist. Objektid on struktureeritud järgnevalt: A–aluspõhja geoloogilised huviobjektid ja B– pinnamoe ja pinnakattega seotud huviobjektid, mis omakorda jagunevad alajaotusteks. Töö struktuur järgib huviobjektide struktuuri ning annab ülevaate autori arvates olulisemast Pargi alal olevast potentsiaalsest geopärandiist. Objektide leidmisel ja kirjeldamisel on kasutatud erinevaid kirjanduse ja käsikirjalisi allikaid ning kaarte. Kuna teemast huvitatud Pargi eestvedajad ei oma erialast tausta, siis peeti oluliseks erinevate teemade sissejuhatuses selgitada natuke laiemalt ja ehk ka populaarselt nähtuste ja objektide sisu, arengut ning tähtsust potentsiaalsete huviobjektidena. Geopärandeid on keeruline Pargis eksponeerida, kuna need paiknevad tihti sügaval maa all või on nii suured, et pole kohal olles tajutavad. Seetõttu on varasemad publitseeritud materjalid väga olulised infomaterjalide ettevalmistamiseks. Samuti peeti oluliseks anda ülevaade teemat puudutavatest allikatest, mis võimaldaks vajadusel lisainfot koguda.

Eeltoodut silmas pidades seati töö üldiseks eesmärgiks anda ülevaade Pargi territooriumile jäävatest geoloogilistest ja reljeefiga seotud potentsiaalsetest huviobjektidest ehk huviväärsustest. Huviväärsused on Pargi territooriumil asuvad looduslikud ja inimetekkelised objektid, mis on geoloogiliselt märkimisväärsed ja Pargi seisukohalt olulised. Huviväärsuseks võib olla näiteks terve Saadjärve voorestik, üksik hiidrahn, järvenõgu, paljand või muu geoloogilise taustaga objekt. Spetsiifilisteks ülesanneteks olid koondada publitseeritud ja käsikirjalistest allikatest olemasolev informatsioon, see süstematiseerida, võimalusel anda hinnangud objektide olulisusele ja

võimalikele huvigruppidele. Andmetest parema ülevaate saamiseks ja eelkõige nende kasutatavuse huvides koondati leitud informatsioon andmebaasiks. Andmebaas on interaktiivne ning vajadusel täiendatav.

Tekstis on viited esitatud kahel erineval viisil. Kirjalikud allikad on esitatud tavakirjas ning internetiallikad kursiivis. Näiteks (Raukas ja Rõuk 1995) viitab raamatule ning (*Definiton of geopark*) internetiallikale. Tööst otsustati välja jätta arutelu peatükk, et vältida liigseid tekstikordusi, seetõttu annab autor iga huviväärsuse või nende rühma juures objektigrupile hinnangu nende olulisusest Pargi seisukohast.

# 1. Geopargi kontseptsioon, geopargid meil ja mujal

Geopark on üleriigilise tähtsusega regionaalne institutsioon, kuhu kuuluvad geoloogilised pärandid, mis on tähtsad oma harulduse ja esteetilise väljanägemise poolest (*Global Geoparks Network, a*). Geoparke iseloomustavad kindel piiritletus, avatus külastajatele, paljude geoloogiliste pärandite olemasolu, looduslik ja geoloogiline silmapaistvus, majanduse, kohaliku kultuuri ja ajaloo lõimumine ning organiseeritud haldustegevus (*Definition of Geopark*).

## 1.1 Geopargi eesmärgid

Geoparkidel on kolm põhilist eesmärki: looduskaitse ja säilitamine, infrastruktuuri arendamine geoturismi edendamiseks ja sotsiaalmajanduslik areng (*Azman et al 2010*). Inimeste loodusteadlikkust tõstetakse looduskaitse, loodushariduse ja geoturismiga (*Global Geoparks Network, a*).

Geoparkides otsitakse tähendusrikkaid geoloogilisi objekte ning uuritakse ja katsetatakse eri meetodeid, et leida lahendusi kõige tõhusamaks loodusobjektide kaitseks. Koostöös ülikoolide teadlaste ja geoloogiliste uuringutega, tagab iga geopargi juhtkond piirkonnale parimad kaitsemeetmed, arvestades just selle piirkonna eripärasid (*Global Geoparks Network, a*). Et maastikke kaitsta, peab teaduse ja kultuuri vaheline koostöö sujuma. Kaitstavate looduspärandite alla ei kuulu mitte ainult loodusmaastikud, vaid ka arheoloogilised leiukohad, ökoloogia, kohalik ajaloo- ja kultuuripärand ja miks ka mitte maastike inimtekkeline komponent. Kõik need nimetatud pärandid moodustavad teemapargi, kuhu rajatud matkarajad, alad, teatetahvlid jm vajavad hooldamist ja kaitset (*Azman et al 2010*).

Inimeste loodusteadlikkuse parandamiseks on geoparkidesse rajatud muuseume, infokeskusi, infotabeleid ja matkaradu. Võimalik on käia koos giidiga ringkäikudel, klassiekskursioonidel ning tutvuda kaartide ja õppematerjalidega. Lisaks tavainimeste harimisele soodustavad geopargid teadustööd ning koostööd ülikoolidega, laiendades ka kohalike inimeste teadmisi loodusteadustest (*Global Geoparks Network, a*). Geoloogilised vaatamisväärsused moodustavad ideaalsed tingimused õueõppeks, kus õpilased, täiskasvanud, kohalikud elanikud ning geoturistid saavad teadmisi kohaliku looduse, kultuuri ja ajaloo kohta. Lisaks hariduslikule eesmärgile on looduspärandite tundmaõppimisel suur potentsiaal tõsta inimeste teadlikkust ja arusaamist geokonserveerimisest (*Azman et al 2010*).

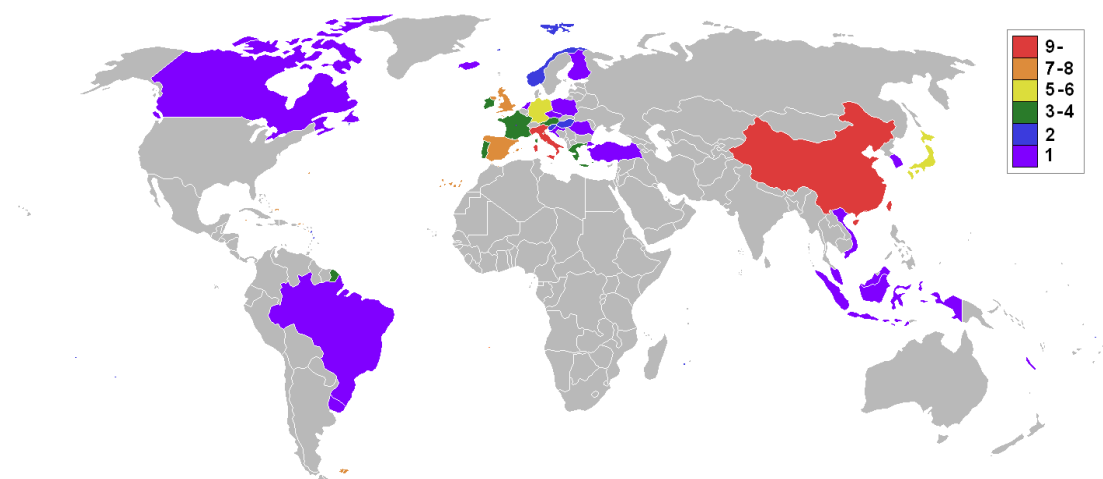
Geoturismi kaudu suureneb geopargis kohalik majanduslik tegevus ning suurt rõhku pööratakse jätkusuutlikule arengule. Külastajate arv on otseses seoses sotsiaalmajandusliku arenguga geopargi piirkonnas. Geoturistid julgustavad kohalikke elanikke looma geoturismiga seotud ettevõtteid (*Global Geoparks Network*). Ühendades looduskaitse turismiga, kaitstakse väärtuslikke looduspiirkondi ning suurendatakse inimeste keskkonnateadlikkust, samal ajal suurendades kohalikku turismimajandust (*Azman et al 2010*).

## 1.2 Euroopa geoparkide võrgustik

Euroopa geoparkide võrgustik rajati 2. juunil 2000. aastal Kreekas Lesbose saarel Euroopa Liidu ja UNESCO koostööna. Selle eesmärgiks on arendada jätkusuutlikku regionaalarengut geoparkide piirkonnas eelkõige geoturismi kaudu (*Earth Heritage*). Euroopa geoparkide võrgustiku asutajaliikmeteks olid Haute Provence'i geopark Prantsusmaalt, Lesbose kivistunud metsa loodusmuuseum Kreekast, Gerolsteini geopark Saksamaalt ja Maestrazgo geopark Hispaaniast (*Introduction, a*). Euroopa geoparkide võrgustikku kuulub 69 geoparki 23 riigist (*Meet our Geoparks*). Ühenduse teiseks eesmärgiks on uurida piirkondade geoloogilist päritolu ning anda ühendusse kuuluvate geoparkide kaudu vastuseid küsimustele, mis puudutavad eri piirkondades geoloogiliste protsesside toimumist ja arengut. Euroopas leidub mitmeid maastikke ja kivimeid, mis on iseloomulikud ühele kindlale perioodile Maa ajaloos ning võimaldavad seetõttu detailsemalt kirjeldada Maa arengulugu (*Introduction, b*). Euroopas on loodusväärtusi, mis on rahvusvahelise tähtsusega ning moodustavad olulise osa Maa pärandist (*Earth Heritage*).

## 1.3 Globaalne geoparkide võrgustik

Globaalsesse geoparkide võrgustikku kuulub 111 geoparki 36 riigist (*Members list*) (Joon. 1). Globaalse geoparkide võrgustiku eesmärgiks on suunata ühenduse liikmed kaasa aitama geoparkide arengule, et tagada geoturistidele nende huvide rahuldamise võimalus ja võimalikult suur elamus. Võrgustiku liikmete ülesanne on levitada geoparkide kontseptsiooni kõikjal maailmas. Eriti suurt tähelepanu pööratakse arengumaadele, kus geoparkide loomine parandaks sotsiaalmajanduslikku olukorda ning tekitaks juurde uusi töökohti ja arendaks kohalikku majandust geoturismi kaudu. Globaalne geoparkide võrgustik suurendab eri riikide geoteadlaste koostööd, suurendades seeläbi geoparkide asjakohasust. UNESCO ja teiste globaalsete ühenduste koostöös saavad tähtsad geoloogilised piirkonnad üleilmset tunnustust (*About GGN*).



**Joonis 1.** Globaalsesse Geoparkide Võrgustikku kuuluvate geoparkide paiknemine maailmas 2014. aasta seisuga (*Wikipedia*).

## 1.4 Geoloogiline konserveerimine

Geoloogiline konserveerimine ehk geokonserveerimine on geoloogiliste objektide aktiivne haldamine selleks, et nende parim võimalik kvaliteet säiliks. Geokonserveerimist võib defineerida ka kui tegevust kavatsusega säilitada ja suurendada objektide geoloogilisi ja geomorfoloogilisi omadusi, tähtsustada protsesse, vaatamisväärsusi ning näidiseid. Geokonserveerimine hõlmab töötamist paratamatute looduslike muutustega. Näiteks selleks, et säilitada erosiooniohus paljandeid, tuleb erosioonist tingitud muutustega arvestada ja objekti korrastada. Looduskaitse ning geokonserveerimise vahe seisneb selles, et looduskaitisel püütakse objekte säilitada ühes ja samas kindlas seisukorras, võimalikult muutumatuna (*The history of geoconservation: an introduction*).

Geokonserveerimine on väga jõudsalt arenenud Suurbritannias, kelle eeskujul on hakanud säilitamisele suuremat tähelepanu pöörama lisaks Euroopa riikidele ja Austraaliale ka paljud riigid üle maailma. Geoparkide suurenenud arvust võib järeldada, et geokonserveerimisega on tõsisemalt tegelema hakanud ka mitmed riigid üle maailma. Et riiklikul tasandil geoloogilist konserveerimist tähtsustada, tuleb õigusaktides ja valitsuspoliitikas muudatusi teha. Geoparkide tähtsuses ja säilitamises mängivad suurt rolli geoloogilised ühingud, akadeemilised organisatsioonid, muuseumid, geoloogilised uuringud jm. Kohalikul tasandil on oluline osa vabatahtlikel loodushuvilistel, kes aitavad enda tegevusega säilitada loodusobjekte ning ühtlasi toovad inimesteni teadmisi geokonserveerimisest (*The history of geoconservation: an introduction*).

## 1.5 Geopargid Eestis

Eestis on praeguse seisuga kaks geoparki: Saarte Geopark ja Loode-Eesti geopark. Kolmas, tingliku nimega Vooremaa geopark, mis hõlmab Tartu ja Jõgeva maakonda, on alles ettevalmistamise järgus. Eesti geopargid ei kuulu praegu ei Euroopa geoparkide võrgustikku ega ka Globaalsesse geoparkide võrgustikku, kuid neil on suur tähtsus kohalikul tasandil.

### 1.5.1 Saarte Geopark

Saarte Geopargi keskus asub Saaremaal Kaali külastuskeskuses. Geopargi piirkond hõlmab 715 saart ja laidu ning Mandri–Eestis asuva Hanila valla ala. Suurem osa geopargi objektidest on seotud aluspõhja karbonaatkivimitega. Saarte Geopargi karbonaatne aluspõhi tekkis Siluri ajastul (444–416 miljonit aastat tagasi) merepõhja settinud lubisetetest ning on elustiku poolest väga rikas. Üheks Siluri ajastu tähtsaimaks leiuks geopargis peetakse meriskorpionit ehk eurüpteriiti, kes on võetud ka Saarte Geopargi vapiloomaks. Meretaseme muutlikkuse tõttu tekkisid valdavalt Siluri avamuse piirile aga ka mujal saare rannikul erineva kõrguse ja ulatusega järsakud rannapangad, mis kuuluvad Siluri klindi koosseisu. Saaremaa pangad jäävad oma kõrguselt alla Põhja-Eesti klindi pankadele, kuid nendes on väga ilmekalt näha siluriaegse mere areng. Siluri ajastu kivimid on rahvapäraselt tuntud ka paekivi ehk paasi nime all. Üheks tuntumaks objektiks Saarte Geopargis on Kaali meteoriidikraater, mis on eriline selle poolest, et see on esimene meteoriidikraater Euroopas, mille meteoriitset päritolu suudeti tõestada. Märkimisväärsusteks vaatamisväärsusteks on ka Siluri

klindi arvukad pangad, tuntuim neist on Panga pank. Geopargi piirkonnas on levinud veel karstiväljad, mis on iseloomulikud karbonaatsete kivimite piirkondades, ja mandrijää poolt toodud rändrahnud (*Saarte Geopark*).

### **1.5.2 Loode-Eesti geopark**

Loode-Eesti geopark on Eesti esimene geopark, mis rajati 2010. aastal MTÜ Pakri looduskeskuse üldkoosolekul. Loode-Eesti geopargi keskus asub Pakri looduskeskuses. Geopargi kõige olulisem loodusmälestis on Balti klint, mis Eestis on tuntud Põhja-Eesti klindi nime all. 2004. aastal esitati Balti klint UNESCO kultuuri- ja looduspärandi nimekirja kandidaadiks, mis viis selleni, et UNESCO eksperdid tegid ettepaneku esitada klindi kaitsealad geoparkide nimestikku. Geopark vastab UNESCO nõuetele ning väärtustab loodust ja kultuuripärandit. Loode-Eesti geopargi tuumalasid on kokku 11. Kaitstavate üksikobjektide nimistusse kuuluvad Neugrundi meteoriidikraater, Keila juga, Padise klooster, Peetri kindlus (Muula mäed), kivikalmed, ohvriallikad jt. Geopargis on palju matkaradu, mis tutvustavad Loode-Eesti geoparki (*Eesti esimene geopark asub Loode-Eestis*).

### **1.5.3 Planeeritav Vooremaa geopark**

Vooremaa geopark on praegu veel ettevalmistamise järgus. See hõlmab Tartu- ja Jõgevamaa ning sinna kuuluva loodus- ja kultuuripärandi. Vooremaa geopargi keskus asub Saadjärve kaldal Äksi Jääaja Keskuses (*Geopark*).

Vooremaa geopargi idee maaletoojaks Jõgeva- ja Tartumaale on geoloog Heikki Bauert ja arendajaks-eestvedajaks Tartu vald. Geopark on kavas luua Jõgeva- ja Tartumaa üleselt. “Geopark on kohaliku kogukonna initsiatiivil loodus- ja pärandkultuuri poolest rikkas piirkonnas loodud ettevõtmine, mille esmaseks eesmärgiks on kohalikule kogukonnale majandusliku tulu teenimise võimaluste korraldamine looduspärandil põhineva majanduse arendamisel.” (*Geopark*). Geopargi ideega on kaasa läinud Jõgeva linn, Jõgeva vald, Mustvee linn, Põltsamaa linn, Peipsiääre vald, Konguta vald, Tähtvere vald, Tartu vald, Kasepää vald, Pala vald, Palamuse vald, Puhja vald, Elva linn, Vara vald, Mäksa vald, Põltsamaa vald, Pajusi vald, Puurmani vald, Alatskivi vald, Piirissaare vald, Luunja vald, Meeksi vald, Kambja vald, Laeva vald, Kallaste linn, Tabivere vald, Saare vald, Nõo vald, Võnnu vald (*Geopargi loojad*).





### A.1 Paljandid

#### 41.1 Looduslikud

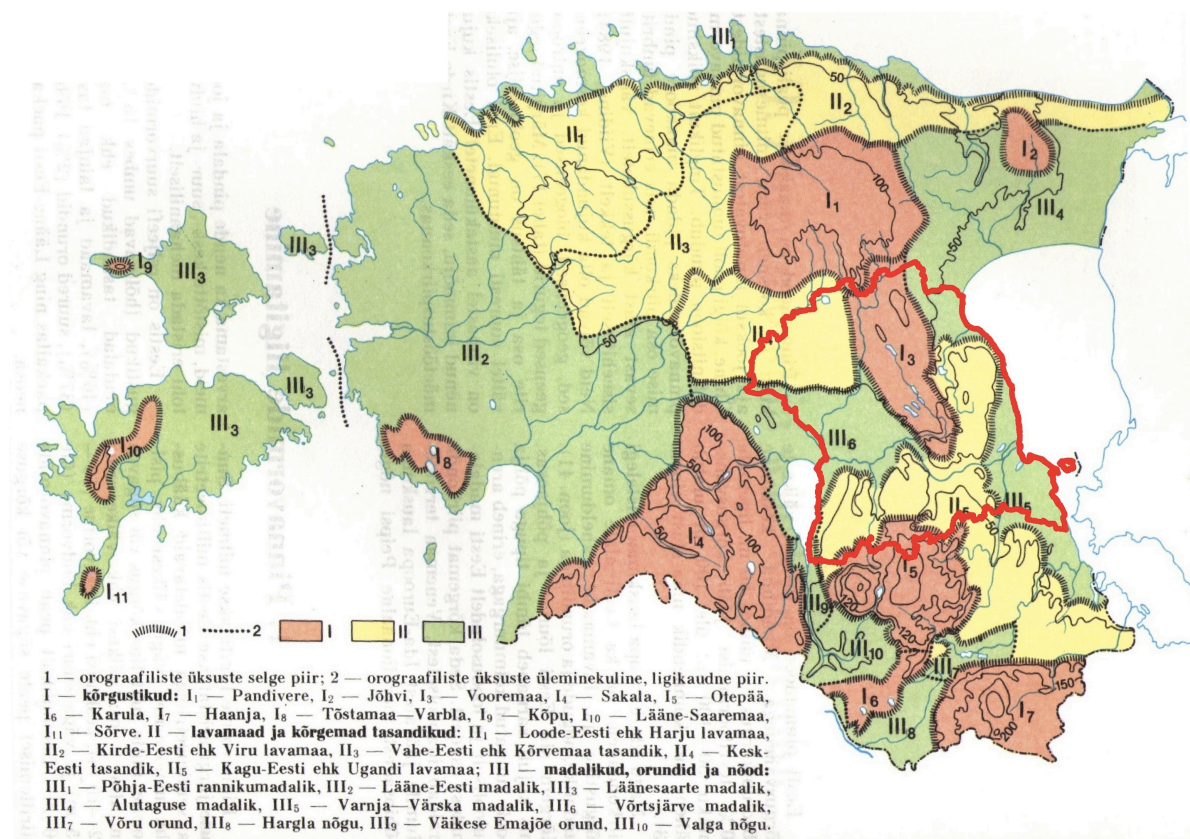
## 2.3 Loodava geopargi asend ja piirid

11

## 2.4 Ala loodusgeograafiline ülevaade

### 2.4.1 Pinnamood

Kuna maastike kujunemine sõltub otseselt reljeefist, siis sarnaselt maastikulisele liigestusele on ka kirjeldatava ala orograafiline liigestus üsna keerukas. Vastavalt Eesti orograafilisele liigestusele (Raukas ja Rõuk 1995) ulatuvad geopargi territooriumile kõrgustikest Otepää kõrgustiku põhjaosa ja Vooremaa, lavamaadest ja tasandikest Kesk-Eesti tasandiku idaosa ja valdav osa Ugandi lavamaast ning madalikest osaliselt Alutaguse, Varnja–Värska ja Võrtsjärve madalikud (Joon. 5).



Joonis 5. Eesti orograafiline liigestus (Rõuk 1995).

Kõige kõrgemad alad jäävad Otepää kõrgustikule, mille jalam paikneb umbes 90 m kõrgusel üle merepinna (ü.m.p.) ja kõrgemad osad pargi territooriumil 150 meetrit ü.m.p. (Joon. 4).

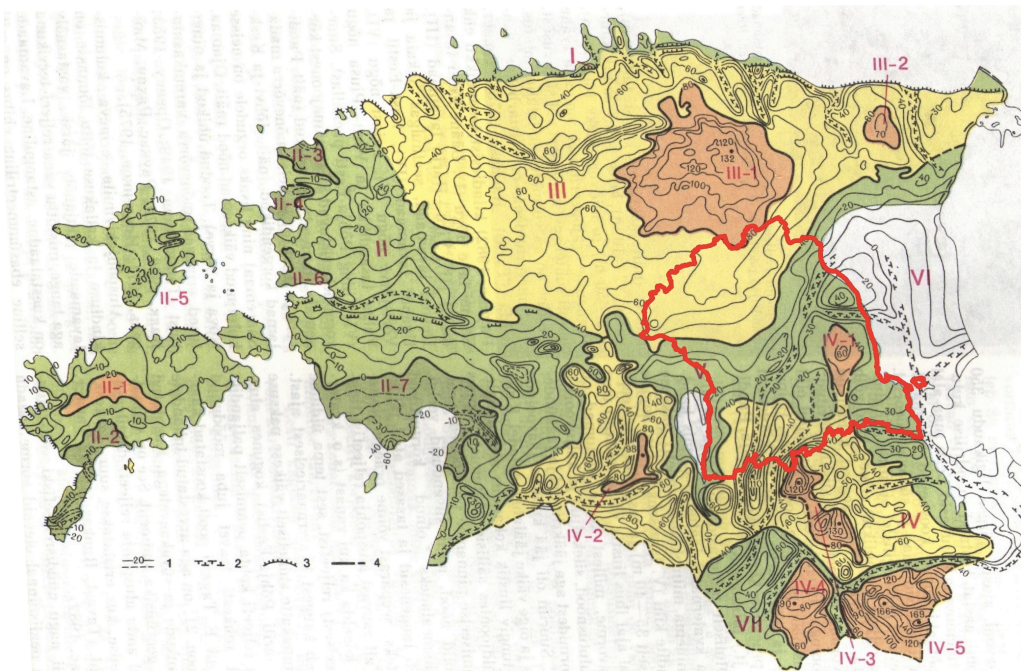
Vooremaa üldpindala on ligikaudu 1050 km<sup>2</sup>, see teeb 2,32% Eesti territooriumist. Pinnakatte paksus on voorestikus ebaühtlane: voorte kohal on see 30–60 m, voortevahelistes nõgudes 10–20 m. Enamik voori koosneb ainult moreenidest ja moreenkihi paksus nende kohal ületab suurelt voorte suhtelise kõrguse. Näiteks Saadjärve voore kõrgus jalamilt on 41 m, moreenkihi paksus aga 90 m. Vooremaa voored on keskmiselt 2,5–5 km pikad, 0,5–0,8 km laiad ning 20–40 m kõrged. Voorte absoluutkõrgused ulatuvad Vooremaa põhjaosas 100–120, lõunaosas 70–100 meetrini. Vooremaal leidub umbes 80 selgekujulist voort. Voorte vahel paiknevad voortevahelised vagumused, mida täidavad paksud soo- ja järvesetete lademed, mis vähendavad pinnavormide kõrgusvahesid. (Remmel 1978).



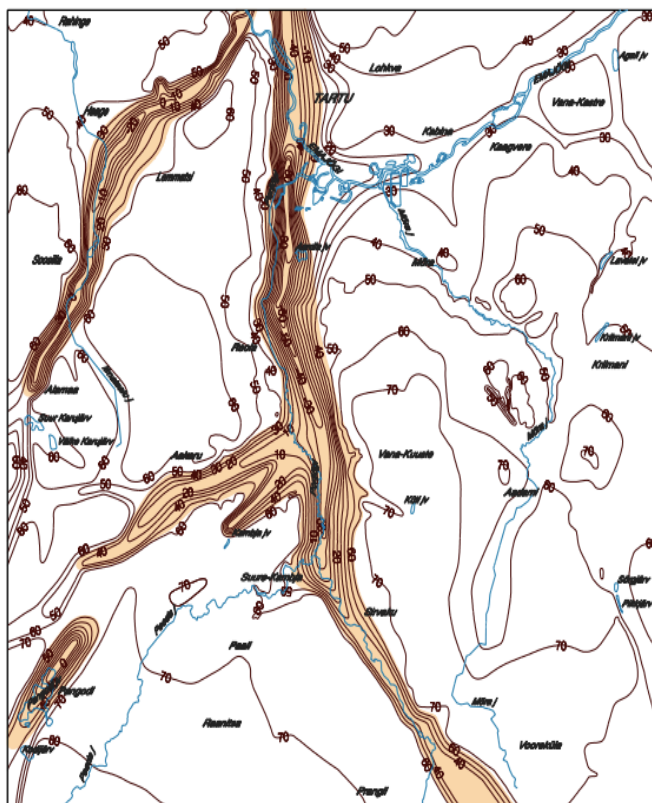
Planeeritava Pargi alal leidub suuri soolasid. Tähtsamad neist on Alam-Pedja looduskaitseala (342,2 km<sup>2</sup>), Emajõe Suursoo (202,6 km<sup>2</sup>) (*Tartu maakond*) ja osa Endla soostikust (142,65 km<sup>2</sup>) (*Jõgeva maakond, a*). Tulenevalt Eesti võrdlemisi tasasest pinnamoest ja väikestest kõrgusvahedest on jõgede lang väike, vesi aeglase vooluga ja jõed meandreeruvad. Jõgede pikiprofiil kujuneb pika aja vältel ning sõltub erinevatest teguritest nagu ala geoloogilisest ehitusest, pinnamoest, kliimast, taimkattest, hüdroloogilisest režiimist jt (*Eesti vooluvete pikiprofiilid*). Märkimisväärsamad jõeorud Pargi alal on Emajõe ürgorg, Ahja jõe org, Amme jõe org. Vanadest orgudest väärivad välja toomist Kavilda org ja Aardla ürgorg.

#### 2.4.2 Aluspõhja reljeef

Eesti aluspõhja reljeef ja nüüdisreljeef on paljuski sarnased. Aluspõhja reljeefi kõrgendikud, lavamaad ja madalikud peegelduvad selgelt ka nüüdisreljeefis. See on tingitud sellest, et aluspõhja reljeef on geoloogilises minevikus oluliselt mõjutanud Eesti pinnakatte ja reljeefi kõige olulisemate kujundajate mandriliustike liikumist ja sealt nende kulutava ja kuhjava tegevuse vahekorda. Ka Pargi ühe silmapaistvama loodusobjekti – Vooremaa kujunemine on selgelt seotud aluspõhja reljeefi, täpsemalt siis Pandivere kõrgustiku tuumiku mõjuga liustiku liikumisele. Geoloogilised andmed näitavad, et Pandivere kõrgustik suunas liustiku liikumist ning põhjustas erinevate liustikuvoolude, Võrtsjärve ja Peipsi liustikuvoolu kujunemise. Kahe liustikuvoolu vahel aga ongi kujunenud distaalses (lõuna) suunas kitsenev voorestik. Üldiselt on Pargi territooriumil aluspõhja reljeef üsna lauge (Joon. 6) ulatudes põhjaosas 40-60 m ü.m.p., Võrtsjärve nõos, Vooremaa lõunaosas ja Peipsi rannikul 20-30 m ümp ja pargi lõunaosas ulatub aluspõhja juba veidi liigestatum pealispind taas 40-70 m ü.m.p.



**Joonis 6.** Aluspõhja reljeef (Tavast 1995). 1–samakõrgusjooned; 2–vana org; 3–astang; 4–reljeefi suur- ja keskvormi piir. Reljeefi suurvormid: I–Soome lahe nõgu; II–Lääne-Eesti tasandik; III–Viru-Harju lavamaa; IV–Devoni lavamaa; V–Keske-Eesti ja Võrtsjärve nõgu; VI–Peipsi-Pihkva nõgu; VII–Valga tasandik ja Võru-Piusa nõgu.



Pargi idaosas ulatub Devoni lavamaa osana Kokora kõrgendik ümbritsevast alast kuni parkümmend meetrit kõrgemale. Lisaks liigestavad aluspõhja pealispinda kitsad ja sügavad aluspõhjalised orud. Kuna need reljeefis selgelt ei peegeldu, sest on täitunud nooremate setetega, siis nimetatakse neid ka mattunud orgudeks. Need on kujunenud ligemale 360 miljoni aasta jooksul alates Devoni ajastust, mil Eesti ala kerkis ookeanitasemest kõrgemale ja allus intensiivsele murenemisele ja erosioonile. Pargi territooriumi läbivad kirde-edela suunaliselt kuni 90 m (Saadjärve mattunud org) sügavused orud, mille sügavamad osad ulatuvad –10 kuni –46 m sügavusele. Mustvee lähedal paiknev org omakorda hargneb kaheks, kus ühe Alatskivi-Naelavere aluspõhjalise oru (–54 m) paiknemisega on seotud ka Mustjärve, Kuningvere järve ja Lahepera järve esinemine.

**Joonis 7.** Ülevaade Tartu (5441) kaardilehe aluspõhja reljeefist, kus on selgesti näha mattunud orge, mis läbivad Tartut ning jätkuvad linnas lõunasuunas (*Baaskaardi Tartu (5441)*...).

Pargi lõunaosast Tartust ja sellest lõunasse jäävalt alalt on mattunud orgude kohta rohkem teavet Tartu 5441 kaardilehe seletuskirjas (*Baaskaardi Tartu (5441)*...). Seal lõikub suhteliselt tasasesse 60–70 m kõrgusesse Devoni lavamaasse Tartu–Kambja–Vooreküla joonel kirde-edela suunaline org, mille põhi Ülenurmel ulatub kuni –86 m sügavusele (Joon. 7). Idapoolselt küljelt liitub sellega Tatra ürgorg. Tartu linna piires on vaadeldavat orgu nimetatud Raadi-Jaama oruks ja sellega linna piires ida suunalt liituvat orgu Raadi-Maarjamõisa oruks (Joon. 7). Raadi-Jaama oru sügavus Tartu linnas on umbes 60–70 m saavutades maksimumi Ülenurmel, kus oru sügavus on isegi üle üle saja meetri. See org kulgeb edasi kirde suunas kuni Vooremaa lõunaosani, kusjuures selle oru kohal on Kõrvekülas leitud ka jäävaheaja setteid, mis ilmselt just oru tõttu on hilisema jäätumise kulutusest säilinud. Seega on aluspõhja reljeef mõjutanud suuremal osal Pargi territooriumist suhteliselt tasase pinnamoe kujunemist, olnud liustiku suunajana põhjuseks Saadjärve voorestiku kujunemisele. Suhteliselt kõrge Devoni lavamaa ulatumine Peipsi lääne- ja Võrtsjärve idarannikule aga põhjustanud looduslike Devoni liivakivipaljandite kujunemise. Aluspõhja orud aga mõjutanud piirkonna hüdrograafilise võrgu kujunemist (järvede ja jõeorgude paiknemine) ning põhjustanud ka Pargi suurima asustatud punkti (Tartu linna) pinnamoe liigestatust.

### 2.4.3 Aluspõhja geoloogia

Eesti paikneb Ida-Euroopa platvormil, Fennoskandia kilbi lõunanõlval. Erinevalt viimasest, mis oli alates hilis-aguaegkonnast maismaaline kulutusala, valdas Eesti alal kuni vanaaegkonna teise pooleni setendite kuhjumine. Seetõttu katavad meie alal aluskorra kristalseid kivimeid kõikjal pealiskorra settekivimid. Kuna aluskorra reljeefil on lõunasuunaline kallakus (11-15'), siis on ka pealiskorra kivimid nõrgalt kallutatud. Kuna nad on kuhjunud maakoore platvormilise arengu staadiumil, ei esine neis kurrutusi ega tardkivimite intrusiive. Pargi alal avanevad Ülem-Ordoviitsiumi, Alam- ja Ülem-Siluri ning Kesk-Devoni lademetekivimid (Joon. 8).

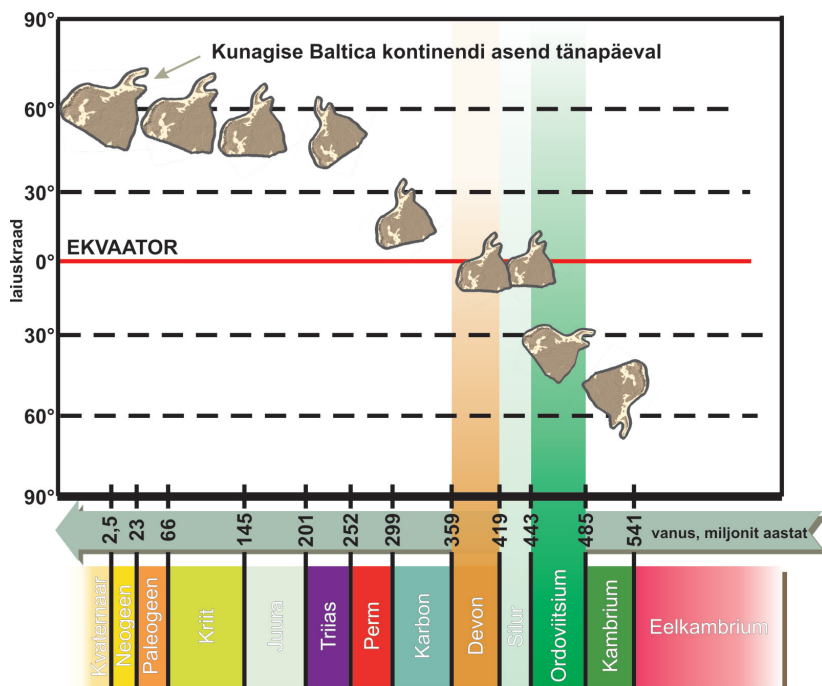


**Joonis 8.** Aluspõhja geoloogiline kaart Pargi alast (*Eesti geoloogiakeskuse kaardiserver*).

Ordoviitsiumi ajastu (485-443 miljonit aastat tagasi) alguses valitses Eesti alal mereline keskkond. Suuremal osal Eesti territooriumist valitsesid Kambriumi ja Ordoviitsiumi piiri intervallis siiski maismaalsed tingimused, mis põhjustasid erineva kestusega settelünki piirikihtide läbilõiget. Vara-Ordoviitsiumis kuhjusid valdavalt terrigeensed setted – liivad ja aleuriidid, kohati ka nendega vahelduvad sapropeelmudad. Seoses mere jätkuva pealetungiga ning kliima ariidsemaks muutumisega asendus terrigeensete setete kuhjumine järk-järgult karbonaatse settimisega, mis määrab meie Ordoviitsiumi ladestu 70–180 m paksuse kivimkompleksi üldiseloomu (Viiding 1995).

Lubjakivide ja merglite erinev koostis ning samas läbilõikes varieeruv savisisaldus, värvus, struktuur kivististe sisaldus ja mineraalne koostis viitavad sagedastele settimistingimuste muutustele. Ordoviitsiumi elustik oli võrreldes Kambriumi tunduvalt rikkalikum ja mitmekesisem, ühtlasi olid fossiilide säilimistingimused lubjakivides paremad kui Kambriumi terrigeensetes setetes. Vara-Ordoviitsiumi mere olustikku iseloomustab liiva ja massiline lukuta

brahhiopoodide fosfaatsete karpide või nende detriidi kuhjumine, nendest rikastunud setendeid tunneme oobulusfosforiidina. Ordoviitsiumis ilmusid esmakordselt peajalgseid, tsüstiidid, krinoidid, merisiilikud, stromatoporaadid, korallid. Arvukamaks muutusid trilobiitide, sammalloomade, tigude, ostrakoodide kivistised. Taimedest olid esindatud vaid vetikad. Ordoviitsiumi ladestust leiab



meie tähtsamaid maavarasid – kukersiit, oobulusfosforiit ja graptoliitargilliit. Lubjakive kasutatakse ka ehituskivina, killustiku valmistamiseks ja tsemendi ning lubja tootmiseks. Ordoviitsiumi ladestul on oluline tähtsus ka põhjaveevarude seisukohalt (Viiding 1995).

**Joonis 9.** Baltika kontinendi triiv viimasel 550 miljonil aastal (TÜ geoloogia instituut).

Ordoviitsiumile järgnes Silur (443-419 miljonit aastat tagasi). Siluri ajastul paiknes Baltika kontinent lõunapoolusel 30° laiuskraadidel ja liikus ekvaatori suunas (Joon. 9). Sel ajal oli valdav keskkonnas soe mereline keskkond, kus settisid laialdaselt lubisetendid ning vohas rikkalik mereelustik (Viiding 1995). Siluri ajastu veekogu võib käsitleda perikontinentaalse merena, milles sai eristada šelfi ja mandrinõlva. Šelfialal valdas tõenäoliselt karbonaatne sedimentatsioon. Silurijärgse kuletuse tõttu ei ole lademetekogus avamustel täielik, kuid ometi on Siluri karbonaatkivimite kogupaksus meie alal märkimisväärselt suur, küündides kohati üle 400 m. Siluri ladestus on 10 ladet (Joon. 10), mida iseloomustab kindel kivististe koostis. Faunarühmadest olid siluris laialdaselt esindatud tabulaadid, rugoosid, brahhiopoodid, sammalloomad, graptoliidid, ostrakoodid, konodondid, stromatoporaadid. Esimaskordselt ilmusid selgroogsed – lõuatud, kalad ja skorpionilaadsed (Viiding 1995).

Kivimiliselt leidub lubjakivide kõrval dolomiite ja domeriite. Sõltuvalt mere sügavusest ja settimistingimustest on eraldatud Siluri ladestuse setendites rannast süvamere suunas laguuni-, madaliku-, avashelfi-, ülemineku- ja süvaveefaatsiese. Kahte esimest iseloomustab lainetuse mõju ja karbonaatkivimite levik, siis kahes järgmises levivad valdavalt terrigeen-karbonaatsed setendid. Süvafaatsieses on esindatud argilliidid (Viiding 1995).



Siluri stratigraafia Eestis, lademetete paksused ja valdavad kivimid						
		LADESTIK	LADE	Paksus m	Valdavad kivimid Kesk-Eestis	Valdavad kivimid Lõuna-Eestis
416.0 ±2.8	ÜLEM-SILURI	PRIDOLI	Ohesaare	29+	puuduvad	domeriit lubjakivi vahekihti dega
			Kaugatuma	41-86	puuduvad	mergel lubjakivi vahekihti dega
		LUDLOW	Kuressaare	19-27	puuduvad	mergel, savikas ja detriitlubjakivi
			Paadla	11-28	puuduvad	detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit
422.9 ±2.5	ALAM-SILURI	WENLOCK	Rootsiküla	19-40	puuduvad	savikas dolomiit, lubjakivi
			Jaagarahu	32-140	detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit	mergel (all), dolomiit lubjakivi (üla)
			Jaani	24-70	mergel, domeriit, savikas lubjakivi	mergel, domeriit
		LLANDO- VERY	Adavere	10-52	mergel, domeriit, detriitlubjakivi	mergel, savi, domeriit
Raikküla			16-176	mikriit, detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit	mikriit lubjakivi, mergel, kiltšavi	
Juuru			20-64	savikas, detriit- karp- ja rifilubjakivi	mergel lubjakivi mugulatega	
443.7 ±1.5						

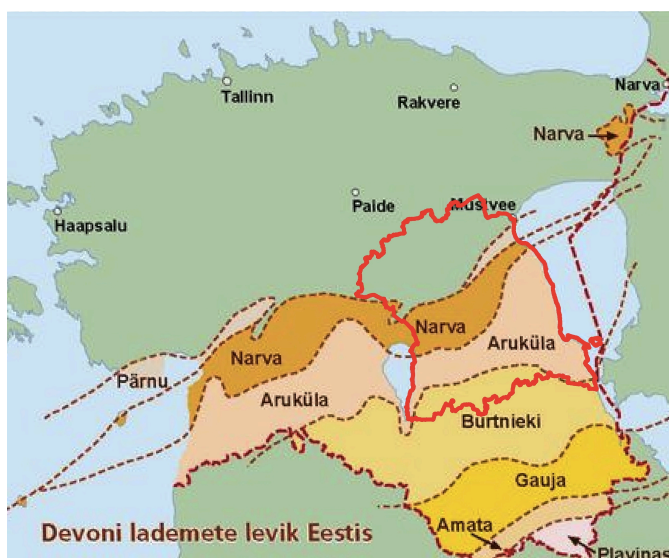
Joonis 10. Siluri stratigraafia Eestis.

Pargi territooriumil avanevad loode-kagusuunalistel avamusaladel Alam-Siluri ladestu Juuru, Raikküla ja Adavere lademetes kivimid (Joon 7). Juuru lade on esindatud bioherm- ja detriitlubjakivi ning merglite ja domeriitidega, Raikküla lade detriit- ja afaniitlubjakivi ning dolomiitide ja merglitega ja Adavere lade merglite, domeriitide, detriitlubjakivi ja dolomiitidega (Raukas ja Rõuk 1995). Siluri karbonaatkivimid Pargi territooriumil ei avane, kuid neid on võimalik näha Kalana karjääris (Joon. 11).



Joonis 11. Siluri lademetes avamusjooned Eesti aluspõhja kaardil (Silur Eestis).

Siluri lõpu mere regressioonile järgnes Devoni ajastu (419-358 miljonit aastat tagasi), kus Eesti alal valitses terrigeenne settimine. Jooniselt 9 on näha, et Baltika kontinent paiknes Devoni ajastul ekvaatoril ning triivis põhja poole. Vara-Devonis tungis Lõuna-Eestisse jälle meri. Devoni ajastu mereline bassein kujutas endast Ida-Euroopa platvormi loodeosa laialdasi piirkondi hõlmavat ja järk-järgult lõuna suunas alanevat nõgu. Sellesse kandusid purdsetted Balti kilbilt või Kaledoonia mägedelt lähtunud jõgede kaudu. Vara-Devoni terrigeensed setted – liivad, aleuriidid ja savid – kuhjusid Lõuna-Eestisse tunginud mere rannalähedastes tingimustes põiksel Siluri kulutatud karbonaatkivimite pinnale. Kesk-Devonis ulatus merebassein vähemalt Pärnu linna–Peipsi põhjaranniku (Mustvee) jooneni ning seal settinud Aruküla ja Burtneki lademe terrigeenseid setteid iseloomustab põimjaskihiline tekstuur, kihtide läätiselisus ja punasevärvilisus. Setendite punase värvuse tingib purdosakesi kattev raudhüdrosiidne kile, mis tekkis vastavate kolloidide väljasadestumisel enamasti vahetult settimisjärgsel ajal. Punasevärvilised põimkihilised liivakivid kujutavad endast ariidse kliimavööndi setendeid, mis on maailmakirjanduses tuntud *Old Red* formatsioonina. Paleogeograafilised tingimused peegelduvad mineraalses koostises. Igale lademele on omane spetsiifiline mineraalide kooslus. Devoni-aegses madalas ja soojas meres elas rikkalikult kalu ning seetõttu tuntakse seda ka kui kalade ajastut. Stratigraafiliselt olulisemaks kivistiseks on kindlasti lõuatud, mille fragmente on leitud ka Pargi territooriumil avanevast Kesk-Devoni setetest. Kuid lisaks neile leidub ka rüükalade, akantoodide ja vihtuimsete kalade jäänuseid, harvemad on kopskalade ja kiiruimsete jäänused. Selgroogsetest on arvukalt lukuta brahhiopode ja füllopoode, harvem ostrakoode. Devon on oluline ajastu ka seetõttu, et sel ajal hakkas elu kolima maismaale ja seal kiiresti mitmekesistuma. Taimedest esinesid osjad ja kollad, ilmusid ka esimesed sõnajalad. Ka Pargi territooriumil avanevast Pärnu lademest on leitud primitiivsete maismaataimede jäänuseid. Devoni ajastu lõpus arenesid vihtuimsetest kaladest esimesed maismaa selgroogsed (Viiding 1995). Pargi territooriumil avanevad (Joon. 12) Kesk-Devoni Narva, Aruküla ja osaliselt Burtneki lademe valdavalt punakas-pruuni värvusega liivakivid, mida saab looduslikes paljandites näha Peipsi ääres Kallastel, Võrtsjärve ääres Tammel ning inimtekkelistes paljandites Tartus (Kalmistu) ja selle ümbruses (Aruküla).



**Joonis 12.** Devoni lademete levik Pargi alal (*Eesti aluspõhja kivimid. Devon Eestis*).



#### 2.4.4 Pinnakate

Valdavad liustiku ja jää sulamisvee setted (Joon. 13). Kõige levinumaks on liustikusetetest otseselt jääst maha jäänud setted, mida nimetatakse moreeniks. Kui üldiselt on iga järgnev liustiku pealetung varasemad setted hävitanud, siis liustiku kulutuse eest varjatud sügavamates nõgudes ja eelkõige aluspõhjalistes orgudes on geoloogilisel kaardistamisel kindlaks tehtud vähemalt nelja eriilmelise ja erivanuselise moreenikihi olemasolu. Kõige laialdasema levikuga ja kõige түsedama kihina leidub Pargi territooriumil siiski viimase Weichseli jäätumise moreeni, mis valdavalt on punakaspruuni tooniga savi-liiv või liiv-savi moreen ja sisaldab rohkem kristalset ja vähem lubjakivi purdu ning jämedamas osises domineerib selgelt kristalne materjal. Otseselt on moreeni vanust väga raske määrata. Kohati aitavad seda teha eri moreenikihtide vahel väga lokaalselt esinevad jäävaheageade setted. Reeglina need setted maapinnal ei avane ja nii ka Pargi territooriumil, kus siiski on puurimistega leitud jäävaheaja setteid, millest tuntumad on Kõrvekülas Holsteini jäävaheaja (350–430 tuh. a. t.) järvesetted umbes 6 m sügavusel ja Rõngus Eemi jäävaheaja (132–122 tuh. a. t.) soo- ja järvesetteid.

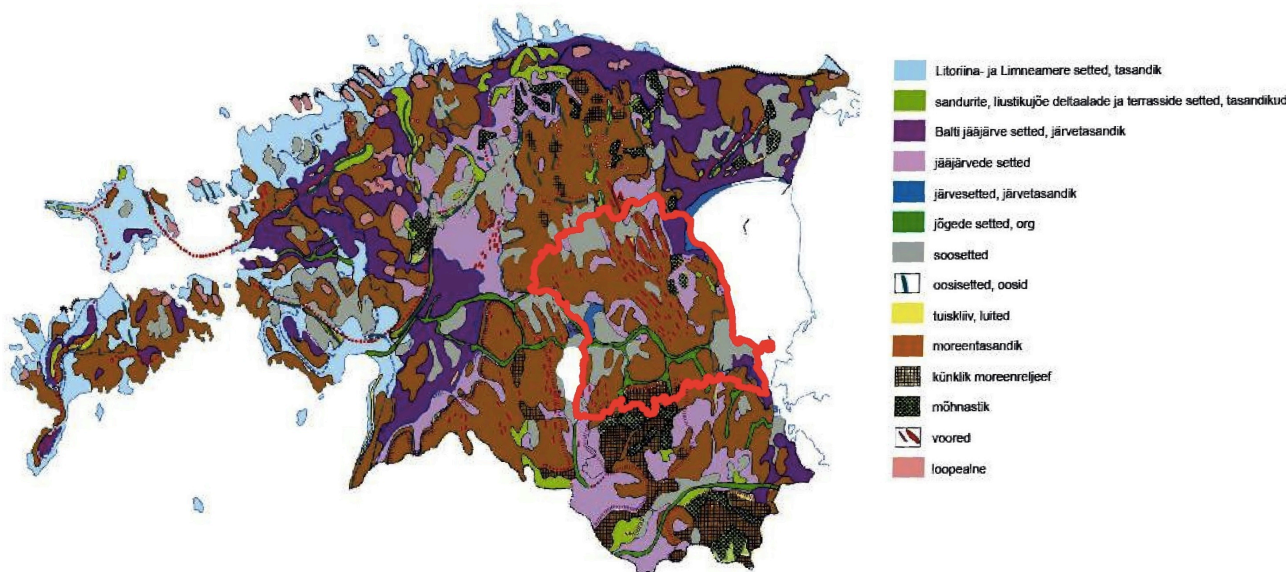
Jääjõelisi ehk glatsiofluviaalseid setteid, milleks on erineva terajõmedusega liiv ja kruus, leidub erinevate pinnavormide koostises tihti vaheldumisi moreeniga (voored). Orgudes leidub jääjõelisi setteid eelkõige mattunud ehk aluspõhjalistes orgudes, aga leidub ka tervenisti glatsiofluviaalsetest setetest koosnevaid pinnavorme (Raukas ja Rõuk 1995). Näiteks Pandivere kõrgustikult algava Siimusti-Olju oosisüsteemi lõunapoolseks jätkuks olevad vormid Vågeva–Siimusti ümbruses ja mõhnastikud Voore ja Kaiu ümbruses. Märksa väiksema levikuga jääjärvesetteid, mis on hästi peeneteraliseid liivad, aleuriit ja savi, sealhulgas kihilise tekstuuriga viirsavi, võib samuti leida reljeefi madalamates osades – orgudes (Emajõe org), järvenõgudes (Vooremaa järved) aga ka Otepää kõrgustiku kuplite koostises.

Jõesetted ehk alluviaalsed setted on levinud jõeorgudes ja kujunenud jõgede tegevusel pärastjääaegsel ajal. Need on valdavalt eriteraliseid liivad ja kruus, mida lammorgudes katab peeneteraline aleuriit. Vanad soodid lammidel on täitunud ka järvemuda ja aleuriidi seguga, mida kohati katab turvas, sellist setet nimetatakse ka soodisetteks. Valdavalt on Pargi territooriumile jäävad jõed suhteliselt väikesed ja nende geoloogilis-geomorfoloogiline tegevus olnud tagasihoidlik, mistõttu ka alluviumi paksus suhteliselt väike (harva üle 2 m), ulatudes siiski Suur-Emajõe orus üle 10 m (Ritsberg et al 2005).

Järvesetted on laiema levikuga kui jõesetted just seetõttu, et lisaks järvenõgudele leidub neid ka vanadel järvetasandikel Võrtsjärvest põhjas ja kirdes ning Peipsi läänekaldal, tähistades nende veekogude kunagist märksa laiemat levikut. Järvesetted on esindatud järvemuda, järvelubja ja liivaste setetega, harvem on kaldavõõndis ka kruusakaid setteid. Järvesetete paksus ka ühe nõo (järve) piires on väga varieeruv, ulatudes Vooremaa järvedes kaldavõõndis piirnevate voorte nõlvadel näiteks mõnekümnest cm-st kuni 10 ja rohkem meetrini nõgude sügavamas osas, mis mitte alati ei tähistata järve keskosa. Peipsi nõos leidub pärastjääaegseid järvesetteid paksemalt (kuni 7 m) suurjärve keskosas, madalamas vees leidub neid õhemalt (Mustvee ümbrus). Järve põhjaosas

avaneb jääjärveline savi ning kaldavööndis peeneteralise liivad. Võrtsjärve põhjasetete (muda ja järvelubi) paksus on suurem järve lõunaosas (5,5 m) põhja suunas see väheneb kuni päris põhjaosas puudub sootuks (Timm 1973; Haberman jt 2003). Kunagise Suur-Võrtsjärve märksa laiemat ulatust markeerivad järvelubja ja muda levik ka Alam-Pedja soostiku alal, ulatudes kuni Kärevereni.

Pärastjääaegsetest setetest kõige laialdasema levikuga on soosetted, mis on esindatud madalasoos, siirdesoo ja rabaturba näol. Pargi territooriumile jääb erineva suuruse ja ebaühtlase paiknemisega sood umbes 72, neist 18 on suured sood (pindala soosaarte ja järvedeta üle 1000 ha). Suuremad soomassiivid paiknevad Pargi põhjaosas Endla soostikus, Võrtsjärve madalikul Alam-Pedjas ning Emajõe suudmes Peipsi läänerannikul paiknevas Emajõe Suursoos. Kui väiksemates soodes ulatub turba paksus paari meetrini, siis eelmainitud suurtes massiivides on turbakihi keskmine paksus vastavalt 7 m, 5 m ja 3,1 m (Orru 1995).



Joonis 13. Pinnakatte kaart (*Pinnakate*).

### 3. Tulemused ja arutelu

Huviväärsused (ka huviobjektid) on Pargi territooriumil asuvad looduslikud ja inimtekkelised objektid, mis on geoloogiliselt märkimisväärsed ning Pargi seisukohalt olulised. Objektide mitmekesisuse tõttu need liigitati ning edaspidi käsitletakse järgmisi objektide rühmasid:

A – Aluspõhjageoloogilised huviobjektid haaravad looduslikke ja inimtekkelisi paljandeid ja karjääre ning paleontoloogilisi huviväärsusi. Alljaotused selles objektide rühmas:

#### A.1 Paljandid

##### A.1.1 Looduslikud paljandid

##### A.1.2 Inimtekkelised paljandid

#### A.2 Karjäärid

B – Pinnakatte ja pinnamoega seotud huviobjektid – objektide valik on mitmekesine ja seetõttu on alljaotused vajalikud. Mõningad objektid, näiteks järved, jõed, sood on objektide loendisse

paigutatud tinglikult, aga seda põhjendusega, et järv ei ole pelgalt veekogu vaid nimetus haarab enda alla ka järvenõo, mille kujunemine ja püsimine on otseselt seotud geoloogiaga. Või ka järvede põhjasetted, mis on otseselt geoloogilise uurimise objekt ja väga oluline ja põnev loodusharhiiv, peegeldades nii maastike kui inimtegevuse arengut järve ümbruses. Sama puudutab ka jõgesid, mille juures peetakse eelkõige silmas jõeorge – nende kuju, paljandite esinemist ja arengulugu. Sood kui otseselt organogeensed pinnavormid on samuti multidistsiplinaarsete huvide objektiks, kus bioloogid/ökoloogid näevad erilisi taimekooslusi, hüdroloogid puhta mageda vee varusid ja maateadlased otsivad kujunemise, arengu ja püsimise põhjuseid. Alljaotused selles objektide rühmas:

#### B.1 - Liustikutekkeline pinnamood ja setted

##### B.1.1 Vooremaa ja voored

##### B.1.2 Liustiku sulaveetekkeline pinnamood

##### B.1.3 Otepää kõrgustik ja künklik moreenreljeef

##### B.1.4 Moreentasandikud

##### B.1.5 Liustikutekkelised järvenõod ja järvesetted

##### B.1.6 Sölldid

##### B.1.7 Rändrahnud

#### B.2 – Vooluvee tekkelised ehk fluviaalsed pinnavormid

#### B.3 – Lainetuse ehk abrasioonilised pinnavormid

#### B.4 – Organogeensed pinnavormid ja setted

### 3.1 Aluspõhjageoloogilised huviobjektid

#### 3.1.1 Paljandid

##### 3.1.1.1 Looduslikud paljandid

**Tamme paljand** (58°17'6" N, 26°8'28" E) (1 – objekti number andmebaasis) 8 m kõrgune Kesk-Devoni Aruküla lademe punasest liivakivist paljand Võrtsjärve idakaldal 1,3 km pikkusel lõigul, suurima paljandi pikkuseks on 75 m (*Tamme paljand*). Selle jalamil on lainete tegevuse tulemusel tekkinud koopad ehk murrutuskuplad. Järve kaldale on jää poolt kuhjatud suuri rändrahnud. Tamme paljandist on leitud palju haruldasi Kesk-Devoni aegseid kalade jäänuseid (Eilart jt 1965).

**Kalmistu paljand** (58°23'44" N, 26°42'37" E) (2). Tuntud ka Tartu Devoni paljandi nime all. Asub Tartu linnas Emajõe ürgoru vasakus kaldas kalmistu kohal. Võeti kaitse alla 1957. aastal liivakivipaljandi kaitseks. Paljandi pikkus on 300 m ning paljanduva osa maksimaalne kõrgus jalamilt on 4,8 m. Paljandi olulisus seisneb Kesk-Devoni Aruküla lademe litoloogilis-mineraloogiliste ja kalafauna uurimistes (*Kalmistu paljand*).

**Kallaste paljand/järskkallas** (58°39'22" N, 27°9'53" E) (3). Devoni liivakivi paljand Kallaste linnas. 1 km lõigul paikneb 11 paljandit, mille keskmiseks kõrguseks on 2–4 m, ulatudes kohati 9 meetrini. Panga järsakus on mitmeid murrutuskuplaid ning paljand on oluline kalafossiilide

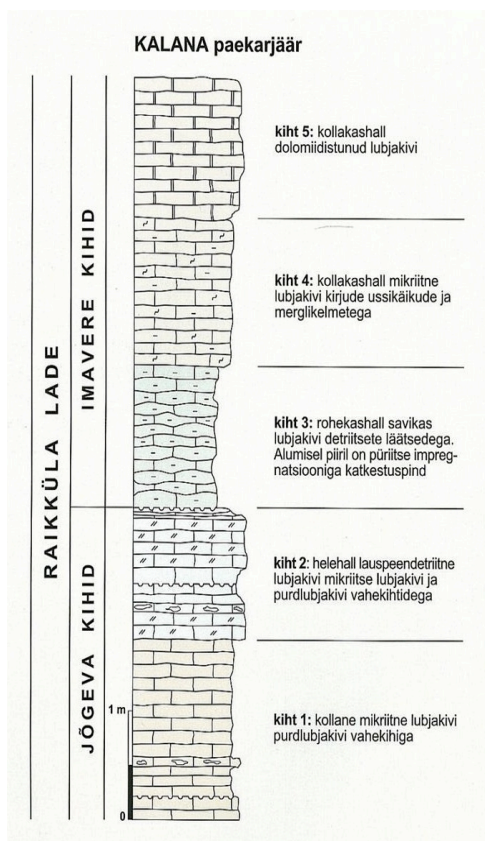
leiukoht. Paljandi omapäraks on lainetuse uuristaval toimetel tekkinud abrasioonivormid – uurded. Kokku on registreeritud 60 uuret, millest 5 suuremat loetakse koobasteks (*Kallaste pank*).

### 3.1.1.2 Inimtekkelised paljandid

**Aruküla koopad** (58°24'14" N, 26°42'26" E) (4). Eesti suurim koobastik, mis katab 80x100 m ala. Koobaste kõrgus on keskmiselt 1–1,5 m, nende lage toetavad arvukad sambad. Koobastiku suurus on vähenenud sisselangemiste ja varingute tulemusel. Kui 1921. aastal oli koobastiku pindala 500 m<sup>2</sup>, siis 1999. aastaks oli see vähenenud 200 m<sup>2</sup>-ni (*Aruküla paljand*). Koopad on uuristatud Aruküla lademe valgetesse liivakividesse. Koopa laes on pudedam punane liivakivi, mille paksus jääb 1–1,5 m vahele. Koobaste põhjas on valge liivakivi all õhuke tugev kompleks, kus vahelduvad valkjashall dolomiit, hall domeriit ja sinakashall savi. Valge liivakivi lamaval piiril on 3–7 cm uhtkonglomeraadikiht, millest võib leida kalafossiilide fragmente ja luid. Koopaid kasutavad nahkhiired talvitumiseks (Eilart jt 1965; *Aruküla paljand*).

**Adavere paemurd** (58°43'08"N 25°52'30"E) (5). Asub Põltsamaa vallas Kalme külas Adavere tuuliku taga künkal (*Adavere paemurd*). Siluri ajastusse kuuluva Adavere lademe tüüpleiukoht. Lade koosneb dolomiitidest mida leidb ümbruskonnas suurte varudena (Eilart jt 1965).

### 3.1.2 Karjäärid



**Kalana karjäär** (58°43'19"N 26°02'17"E) (6). Üldpindala 16,34 ha, seinte kõrgus on 5–8 m. Tuntud ka Otisaare paekarjäärina. Kesk-Eestis vahelduvad Raikküla lademe läbilõikes tsükliliselt kolme tüüpi kivimid: all rohekashallid savikad lubjakivid, keskel lubimudast moodustunud kollakashallid mudalised lubjakivid ja üleval organismide purdosast (detriidist) koosnevad lubjakivid. Kihina käsitletakse iga sellist settetsükli kivimit – neid on Raikküla lademes kokku viis (Joon. 14) (*Kalana karjäär, a*). Praegu kaevandab karjääris AS Kaltsiit, kes toodab killustikku (*Kalana karjäär, b*). Varem toodeti karjääris Raikküla lademest kristallilist lubjakivi, mis on tuntud ka Kalana marmorina. Paemurd on üsna vana – see asutati 18. sajandil Meleski klaasivabriku jaoks (Eilart jt 1965). Karjäär on tuntud ka paleontoloogiliste leidude poolest. Siluri ajastust pärinevaid organisme leidub seal küllaldaselt. Eriti harukordsed on vetikate leiud.

**Joonis 14.** Kalana paekarjääri läbilõige (*Kalana karjäär, a*)

## 3.2 Pinnamood ja pinnakate

### 3.2.1 Liustikutekkeline pinnamood ja setted

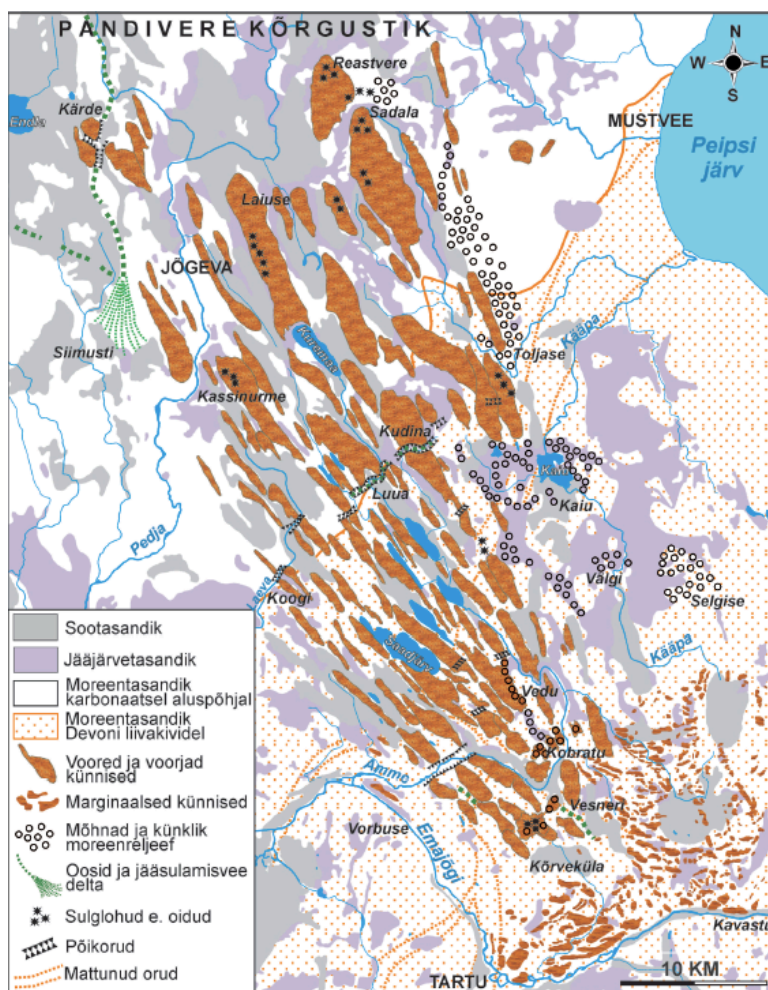
#### 3.2.1.1 Vooremaa ja voored

Voored on mandrijäätumiste aladel laialt levinud glatsiaalse tekkega kulutus-kuhjevormid. Tüüpilised voored on liustiku ja liustikusulavee setetest koosnevad, harvem aluskivimist tuumaga piklik-ovaalsed kõrgendikud, mida on liustiku all, liustiku serva lähedal voolinud aktiivne jää. Voorte pikitelg näitab liustiku liikumise suunda. Voored esinevad valdavalt rühmiti ehk voorestikena. Üksikuid voore eraldavad erineva sügavusega piklikud jääkünde nõod, milledest sügavamates võib esineda tüüpiliselt pikliku kujuga voortevahelisi järvi. Voorte kujunemine liustikualuses keskkonnas sõltub liustiku ja aluspinna omadustest (liustiku liikumiskiirus ja surve, liustiku ja settematerjali poorivee surve, settematerjali ja aluspinna litoloogia ja geotehnilised omadused) ning nende vastastoimest (Rattas 2003). Lähtuvalt nende omaduste varieeruvusest ajas ja ruumis, kujunevad erineva suuruse ja kujuga vormid. Lõplikult väljakujunenud nn “ideaalsed voored” on komeedi või veetilga sarnased. Nende proksimaalne osa on laiem ja kõrgem ahenedes distaalses suunas madalamaks ja laugemaks. Voorte kumer-nõgusad nõlvad on lauged valdavalt alla  $10^\circ$  ja nende suhteline kõrgus ulatub mõnest meetrist 50–60 meetrini. Kõrgemad kui paarkümmend meetrit on voored siiski vaid üksikutes voorestikes (Eestis Saadjärve voorestik), valdavalt jääb voorte kõrgus alla 10 meetri. Suuremad voored on tavaliselt laugemate ( $4\text{--}10^\circ$ ) nõlvadega kui väiksemad ja kitsamad voored (kuni  $20^\circ$ ). Suuremad voored on 2,5–3 km pikkused ja 0,4–0,8 km laiused ning nende lagedel võib kohata ka jäasulamisvee pinnavorme, näiteks mõhnasid, glatsiokarstilise päritoluga sulglohkusid (sölle) või erineva suurusega vooluvee erosioonilisi pinnavorme. Voorte tänapäevase kuju mitmekesisus võib olla seotud nii liustiku dünaamika iseärasuste kui ka pärastjääaegsete geoloogiliste protsesside toimega. Eesti territooriumil ulatub voorte ja voorelaadsete pinnavormide arv üle tuhande. Saadjärve voorestik ehk Vooremaa on voorestikest kõige ilmekam, ulatuslikum ja suurimate voortega voorestik. Nende uurimise ajalugu ulatub tagasi juba 19. sajandisse (Rattas 2003; Rattas 2004). Saadjärve voorestiku voorte morfoloogiat, geoloogilist ehitust ja tekkepõhjust on põhjalikumalt käsitlenud K. Orviku (1961), K. Kajak (1965b), A.-M. Rõuk (1974, 1976, 1977, 1984, 1987) ning M. Rattas (2004). Nende uuringute faktiline materjal pärineb valdavalt regionaalse geoloogilise kaardistamise aruannetest O-35-IX Rakvere, O-35-XV Tartu, O-35-XVI Pihkva (mõõtkavas 1:200 000) ja Tartu 5441 (1:50 000) kaardilehtedelt. Eeltoodud materjalidele toetudes annan siinjuures vaid ülevaate voorestiku morfoloogiast ja geoloogiast. Lameda kõrgustikuna algab Saadjärve voorestik Pandivere kõrgustiku lõunanõlvalt ning madaldudes ja ahenedes distaalses suunas ulatub Tartu lähiseni (Joon. 15).

Voorestiku kõrgemas põhjaosas ulatub Laiuse voore kõrgus 144 m ü.m.p. Iseloomulikeks pinnavormideks on voored ja neid eraldavad piklikud nõod. Vooremaa idaserval ja lõunaosas ilmestavad pinnamoodi moreenkünkad ja mõhnastikud. Hilisjääaegsete jääpangaste sulamist peegeldavad voorte lagedel esinevad sulglohud (Laiuse voorel) ja mõhnad (Kassinurme voorel) ning liustiku sulamisvee tegevuse jälgedeks on voori lõikavad puhandusorud ja Vooremaa



loodeosani ulatuv Siimusti–Olju oosisüsteem. Oma piirides jääb Vooremaa eelkõige Jõgeva maakonna Jõgeva, Palamuse, Saare, Tabivere ja Torma valla territooriumile ning selle kagupoolne osa Tartumaa Tartu vallale. Ligi pool (47%) Vooremaast on põllumaa all, umbes viiendik (20%) on soostunud alad, ülejäänud jääb metsade ja järvede alla. Paljude maastikurajoonidega võrreldes on Vooremaa küll üsna hästi piiritletav jalamiga umbes 40–50 m kõrgusel merepinnast (Raukas ja Rõuk 1995), kuid siiski leidub erinevaid hinnanguid voorestiku pindala kohta mis ulatuvad 997 – 1200 km<sup>2</sup>. Sellel alal, mille ulatus loodest-kagusse on umbes 55 km ja maksimaalne laius 27 km (lõunaosas kuni 5 km), paikneb umbes 120 erineva kuju ja



**Joonis 15.** Vooremaa voored (Rattas 2004).

suurusega voort ja voorelaadset künnist, mida on põhjalikult kirjeldanud A.-M. Rõuk (1974) ja M. Rattas (2004). Kõige ilmekamalt tuleb voorte morfoloogia ja suuruse erinevus esile Vooremaa põhja- ja lõunaosa vahel. Põhja–Vooremaale on iseloomulikud hajali paiknevad, laugete lagedega suurvoored, mille pikkuse ja laiuse suhe on 1:3 (Rattas 2003). Lõuna–Vooremaa tihedamalt paiknevad voored aga on väiksemad, kitsamad ja järsemate nõlvadega, kus pikkuse ja laiuse suhe on 1:7. Vooremaa voored koosnevad valdavalt liustikusetest moreenist ja jääjõelistest kruusadest ja liivast. Nende setete paksus voorte kohal ulatub 60 m-ni olles voortevahelistes nõgudes vaid 2–20 m (Rattas 2003). Erivanuseliste moreenide esinemine voorte koostises viitab sellele, et piirkond Pandivere kõrgustikust kagus on olnud kuhjealaks mitme jäätumise ajal. Praegused voored aga vooliti viimase jäätumise perioodil, mil liustik kuhjas põhjaosas kollaksahalli liivsavimoreeni ja lõunaosas punakaspruuni massiivset saviliiv moreeni. Vooremaa paiknemine on seotud aluspõhja reljeefiga, kus Pandivere aluspõhjaline kõrgustik oli liustikuvoolude suunajaks. Üle kõrgustiku liikunud Saadjärve liustikuvool suruti Vooremaa lõunaosas aktiivsete Võrtsjärve ja Peipsi jäävoolude vahele, mis seletab voorestiku ahenemist ja voorte koondumist voorestiku lõunaosas (Joon. 15). Liustiku aluspinna veelised omadused aga mõjutasid liustiku liikumiskiirust ja see omakorda erineva morfoloogia ja suurusega voorte kujunemist. Vooremaa põhjaosas vett hästi

läbilaskvate Siluri karbonaatkivimite levikualal liikus liustik aeglaselt ja kujunesid suured lamedad voored. Lõuna-Vooremaa madala vee läbilaskvusega Devoni liivakivide alal aga liikus liustik kiiremini ja kujunesid väiksemad kitsad ja madalamad voored (Rattas 2004).

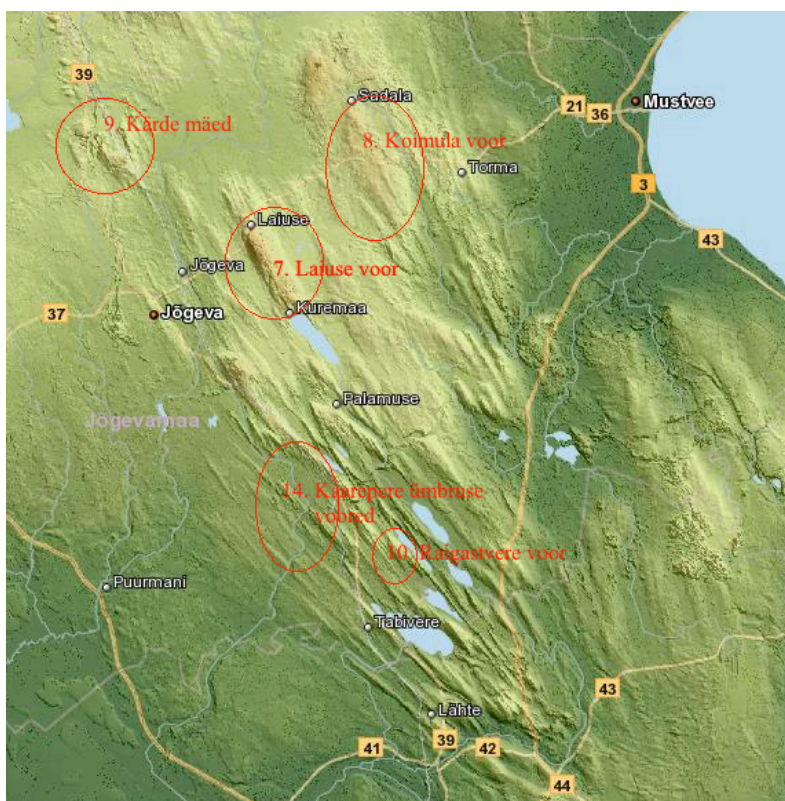
Kokkuvõtvalt võib öelda, et kui valdavalt (nii meil kui mujal maailmas) jääb voorte pikkus alla 1 km, olles tavaliselt vaid mõnisada meetrit ja nende kõrgus on tavaliselt vaid paarkümmend meetrit, siis Saadjärve voorestikus on umbes 100 voort pikkusega 2,5-5 km ja laiusega 0,5-1 km ja nende kõrgus küündib 20-40 m (*Kumb on kaunim...*). Kui voorte arvu ja voorestiku pindala osas on Vooremaa maailma keskmike seas, siis just üksikute voorte mõõtmed on silmatorkavad ja tihti on sellised suuri voori nimetatud ka hiidvoorteks. Selles mõttes on Vooremaa kahtlemata liustikulise pinnamoe väga silmatorkav esindaja. Voorte suured mõõtmed aga põhjustavad loodusturismi ja loodushariduse seisukohalt olulise objekti eksponeerimise raskusi. Ilma eelneva informatsiooni, kaardimaterjali või giidita on looduses liikujal raske näha voorte tegelikku kuju. Seda ei võimalda ka vaadetornid (Raigastvere, Kaiavere, Lähte). Ja kuigi osavalt liikudes on võimalik leida teekond, kus liikuja tajub kõrgusvahesid, näeb korraga mitme voore nõlvasid ja voortevahelist nõgu, siis nii üksikvoorte kui tervikuna voorestikust ülevaate saamiseks on parim vahend reljeefikaart või kõrgusmudel. Seda eriti tingimustes, kus Eesti ala on tänaseks kaardistatud LIDAR meetodil ja kättesaadavad on kõrge lahutavusega (kuni 15 cm täpsusega) reljeefiandmed. Seega on Vooremaa reljeefi tutvustamiseks parimad lahendused trükised, infotahvlid või püsiekspositsioon Jäaja Keskuses.

Enam-vähem sama kehtib ka voorte geoloogilise ehituse kohta. Enamus geoloogilist andmestikku pärineb puurimistest, kus ligemale 65 Kvaternaarisetteid läbiva puurauguga on puuritud umbes 2000 m (Rattas 2003). Puuraugumaterjali, eriti pudedaid Kvaternaarisetteid on väga raske eksponeerida ja ka siin on parimaks lahenduseks püsiekspositsioon või graafiline materjal. Üheks võimaluseks voorte siseehitusega tutvumisel on karjäärid. Otse voortes olevaid karjääre aga on Vooremaal vähe (Pikamäe kruusakarjäär, Kukemetsa liivakarjäär, Palalinna liivakarjäär, Kalevi liivakarjäär, Siimusti liivakarjäär, Inglismäe liivakarjäär), mille põhjuseks ilmselt on voorte keerukas siseehitus, see tähendab, et tavaliselt ei koosne need ainult kruusast või liivast, vaid sisaldavad ka savika ja tihti kivise moreeni vahekihte, mis nõuab materjali sorteerimist põhjustades tootmise kallinemise. Rohkem esineb karjääre mõhnades, kust on võimalik kaevata ühtlast materjali, aga ka siin muudab nende kasutamise loodusturismi ja loodushariduse eesmärkidel keerukaks pidevalt muutuv olukord, varisenud seinad jne. Seega geoloogilisi läbilõikeid looduses praktiliselt ei esine ja selle materjali ettevalmistamine ja eksponeerimine nõuab üsna suuri kulutusi.

**Laiuse voor** (ka Laiuse mägi) (58° 46' 42" N, 26° 28' 55" E) (7). Vooremaa põhjaosas paiknev suurvoor, mille pikkus Lõpe külast loodes kuni Kuremaa järveni kagus on umbes 10 km (Joon. 16). Voore laius ulatub paari kilomeetrini. Kõrgeim koht voore põhjaosas on lidarmõõdistamise andmeil 145,3 m ü.m.p (teatmeteostes 144 m ü.m.p) olles ühtlasi kõrgeimaks paigaks Vooremaal, millele sekundeerib vaid Reastvere voor (126 m ü.m.p) (*Jõgeva maakond, b*). Suhteline kõrgus voore jalamilt on 62 m. Lauge lääne- ja järsu idanõlvaga voor koosneb ülaosas liustikujõeliivast ja -

kruusast, mida katab moreen (*Laiuse mägi, a*). Voore lael ja nõlvadel leidub kühme, orulaadseid pinnavorme ja 15–20 erineva suurusega sulglohku (*Laiuse mägi, b*), ühes neis väike (0,9 ha) aga väga paksu turbakihi (12 m) soo, mis on tekkinud sulglohu järk-järgulisel kinnikasvamisel. Soo keskel paikneb ligi 4 meetri sügavune survele veega tõusallikas, mida tuntakse Siniallika nime all (*Sinialliku sõll*). Laiuse voore edelanõlval asuv ajaloo- ja kultuurimälestis Kalevipoja säng oli linnusekoht noorema rauaaja algupoolel. Voor on valdavalt põllustatud, asustus paikneb ida- ja läänejalamil, põhjaosa ületab Jõgeva–Mustvee maantee (*Laiuse mägi, a*).

**Koimula voor** (58°49'20"N, 26°37'58"E) (8). Asub Vooremaa kirdeosas (Joon. 16), 17 km Jõgevast kirdes. Oma mõõtmetelt sarnane Laiuse voorega (*Kumb on kaunim...*). Pikkuseks umbes 13 km, laiuseks 3,5 km ja 50 m suhtelise kõrguse juures ulatub 116 m ü.m.p. Koimula voore kohta leidub vähe infot (*Kumb on kaunim...*).

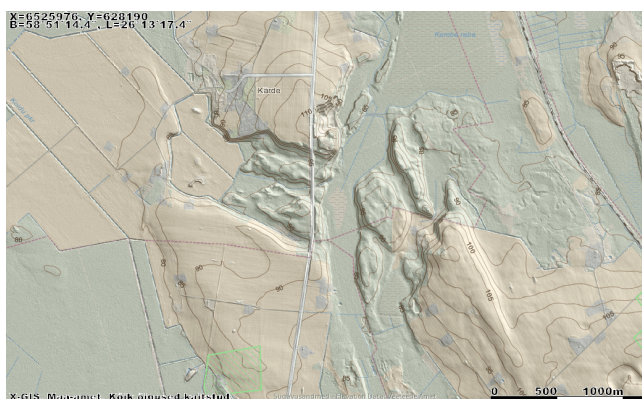


**Joonis 16.** Pargi territooriumil paiknevad suuremad voored. Numbrid tähistavad huviväärsuse numbrit andmebaasis (Maa-ameti geoportaal).

**Kärde mäed** (58°50'49"N 26°17'16"E) (9). Mandrijää sulavetest lõhutud suure voore osad (Eilart jt 1965). Kärde mäed (harvem kasutusel mägi) – asuvad Vooremaa loodeosas, Vaimastverest umbes 2,5 km põhja pool Piibe maantee ääres (Joon. 16, 17). Piirnedes Endla soostikuga, kerkib selle kõrgem osa ligi 30 m üle soopinna, ulatudes 110 m ü.m.p. Kärde mäed on rahvapärane nimetus liustiku sulavete poolt osaliselt erodeeritud ja liigendatud Kärde voore loodepoolse osaga. Reljeefimudelil (Joon. 17) on selgelt näha erineva suuruse ja sügavusega voolusängid, mis põikselts läbivad Kärde voort. Tegemist on liustiku aluse, ilmselt ka survele sulavee voolusängidega. Sellest annab tunnistust põhja suunast Kärdeni ulatuv, seal mõne kilomeetri ulatuses katkenud ja



Siimustis jälle reljeefis selgesti jälgitava Siimusti-Olju oosi esinemine (Joon. 15, 20). Oosid on selgeks viiteks liustikusisesele või liustikualusele sulavee voolule.

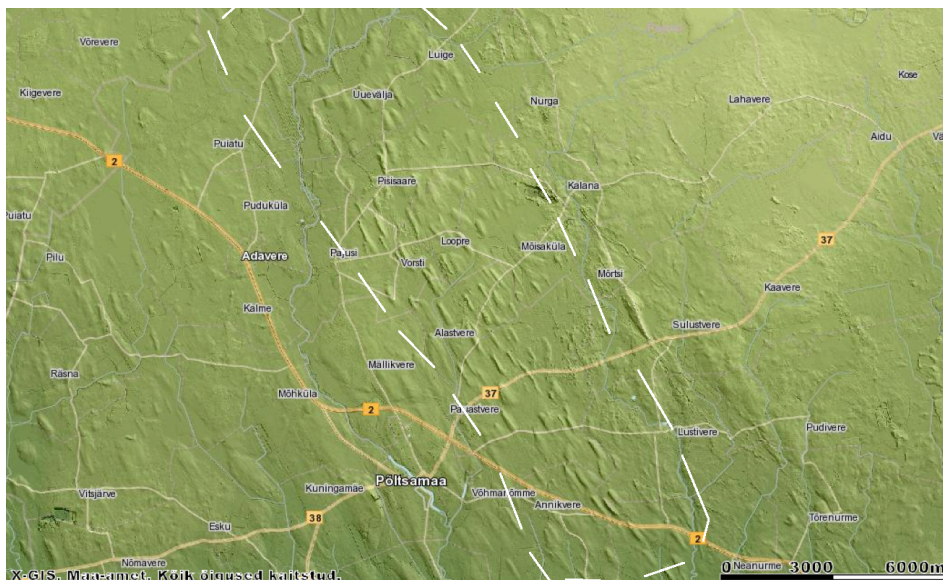


**Joonis 17.** Kärde mägede reljeefimudel, vt ka joonis 15 (Maa-ameti geoportaal).

**Raigastvere voor** ( $58^{\circ}35'24''\text{N}$ ,  $26^{\circ}38'19''\text{E}$ ) (10). Asub Vooremaa keskosas Raigastvere järve läänekaldal, 23 km Tartust loodes (Joon 15). Raigastvere voor pole küll eriti kõrge (suhtelise kõrgusega alla 20 meetri ja 90,5 m ümp), aga voorele rajatud torni tipust avaneb ümbrusele imepäraseid vaateid. Otse voore jalamil on Raigastvere järv (28), selle taga Kaiavere voor ja järv, kaugemalt paistab Maarja kirikutorn, lõunasuunalt paistab ka Äksi kiriku torn (*Jõgeva maakond, b*) ja tükike Saadjärve (27). Lähedal olevad Soitsjärv (29) ja Elistvere järv (30) jäävad aga piirneva metsa varju. Vaatetorni jalamil on infotahvel Vooremaa kaardiga ja selle kõrval mälestuskivi geograaf Helve Remmelile, kelle uurimused on avardanud teadmisi Vooremaa looduse ja kultuuriloo kohta (Remmel 1978). Vaatetorn on paigutatud ka pika ja kitsa **Kaiavere voore** ( $58^{\circ}36'4''\text{N}$ ,  $26^{\circ}39'54''\text{E}$ ) (11) laele, mõõtmed ca 7 km pikk, 0,8 km lai, 70,5 m ü.m.p, suhteline kõrgus ca 20 m. Lähte koolimaja taga paiknev vaatetorn on paigutatud **Lähte voore** ( $58^{\circ}28'56''\text{N}$ ,  $26^{\circ}40'30''\text{E}$ ) (12) laele. Selle lauge edelanõlva ja järsu kirdenõlvaga voore pikkus on umbes 6 km, laius 1,5 km ning 39 m suhtelise kõrguse juures ulatub voore kõrgem osa 91 m ü.m.p. Lähte voorest lõunasse üle Amme jõe oru jääva veidi väiksemate mõõtmetega **Vasula voore** ( $58^{\circ}27'24''\text{N}$ ,  $26^{\circ}44'17''\text{E}$ ) lael paikneb aga üks kolmest Eesti seismoloogilisest jaamast mis paigutati sinna Tartust 2003. a (*Seismiline seire*).

**Põltsamaa voorestik** ( $58^{\circ}41'42''\text{N}$ ,  $26^{\circ}0'9''\text{E}$ ) (15).

Põltsamaa voorestik paikneb Põltsamaa linna ümbruse kirde- ja idaosas (Joon. 18) Voorestiku kohta detailsemat informatsiooni ei leitud, kuid väärrib sellest hoolimata välja toomist, kuna tegemist on Pargi alal paikneva liustikutekkelise pinnamoega. Põltsamaa voorestik on suuresti põllustatud, mis tähendab, et voored ei oma oma esialgset kuju. Põllustatus on üheks põhjuseks, miks need paari meetri kõrgused ja mõnesaja meetri pikkused pinnavormid hästi esile ei tule. Matkaradadega sidumiseks ja loodushariduslikel eesmärkidel on võimalik voorte paiknemist ja morfoloogiat tutvustada reljeefikaardi abil (Joon. 16). Kindlasti on võimalik tuvastada mõni selgete piirjoontega ja hästi vaadeldav üksikvoor, mida annaks marsruutidega siduda.



**Joonis 18.** Põltsamaa ümbruse voored, tähistatud valge punktiirjoonega (Maa-ameti geoportaal).

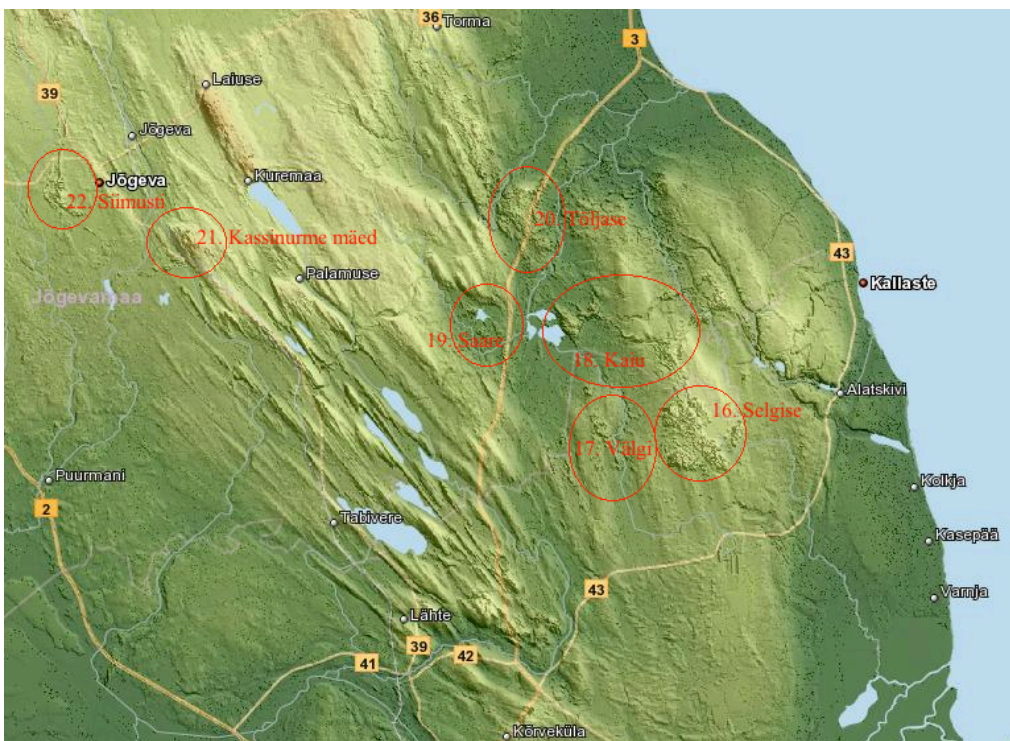
### 3.2.1.2 Liustiku sulaveetekkeline pinnamood

Mõhnad on peenkruusast ja liivast, harvem savist koosnevad liustikujõelised (fluviomõhn) või liustikujärvelised (limnomõhn) kõrgendikud, harilikult künkad ja seljakud. Üksikmõhnasid esineb harva rohkem esinevad rühmiti ehk mõhnastikena. Mõhnad kujunevad liustikuserva lähedal jäälõhedes või surnud jää tingimustes. Lõhedesse sattunud sulavesi kannab kaasas setteid ja liustiku sulades moodustuvad neist setteist eri suurusega künkad ja kunagiste jääpangaste kohale väljavooluta (suletud) lohud ehk sõllid (Hang ja Kalm 2014). Selline on tüüpiline mõhnastiku kujunemine. Põimjaskihilisest liivast või kruusast koosnevad tavaliselt veidi pikliku kujuga jääjõelised mõhnad on kujunenud vooluvee tingimustes. Rõhtsakihihiilistest liivadest ja aleuriidist ja savist koosnevad kuplitaolised jääjärvelised mõhnad on kujunenud liustikujääst ümbritsetud ajutistes järvedes. Künkad ja seljakud on tavaliselt kuni paarikümne meetrise suhtelise kõrgusega ja järsunõlvvalised (isegi  $25-30^{\circ}$ ) ning paiknevad mõhnastikes ebakorrapäraselt. Küngastevahelistes sügavamates lohudes võib esineda järvesid (Hang ja Kalm 2014).

Planeeritava Pargi piires esineb tüüpilisi mõhnastikke Vooremaa ja Peipsi järve vahelisel alal ning Kassinurme voore lael, väiksemaid künkaid võib kohata ka teiste voorte lagedel, näiteks Kõrvekülas Inglimäe või Vedu ümbruses. Tihti paiknevad väiksemad mõhnastikud suhteliselt lähestikku ja nende eristamine on küsitav. Kõige põhjalikuma ülevaate Pargi piiresse jäävatest mõhnastikest on regionaalse geoloogilise kaardistamise andmetele põhinevalt esitanud Raukas jt (1971). Kuna mõhnad on liustikuserva lähedal kujunenud ja liigitatakse servamoodustiste hulka, siis on ka mõhnastike rühma Vooremaast idas (Joon. 19) seostatud liustiku kunagise serva paiknemisega (Kajak 1964; Raukas jt 1971). Nendes erineva suuruse ja konfiguratsiooniga mõhnastikes valdavad pikliku kujuga seljakmõhnad, vähem on kuplilaadseid vorme. Neid peetakse tüüpilisteks marginaalseteks ehk liustikuserva tähistavateks mõhnastikeks. Üksikvormide suhteliseks kõrguseks on 5–25 m ja nendevaheliste piklike, kuni kilomeetri pikkuste lohude sügavuseks kuni 15 m ja tüüpilisi mõhnadevahelisi järvi neis ei esine (Hang ja Kalm 2014).

Vaadeldavad mõhnastikud on hästi ligipääsetavad, kaetud metsaga, võimalik ette valmistada matkaradasid (näiteks Kassinurme) ka nii, et suhteliselt väikesed pinnavormid oleksid haaratavad. Üldtekkujutuse saamiseks on vajalikud infotahvlid. Mitmel pool mõhnastikes on tegutsevad karjääre, kuid mõhnade geoloogia tutvustamiseks ei ole need kõige paremad objektid, kuna aktiivsetes karjäärides muutub situatsioon kiiresti ning mõhnade liivane materjal hoiab läbilõiget puhtana vaid väga lühikest aega.

Pargi seisukohalt omavad mõhnastikud eelkõige esteetilist väärtust ning pakuvad vaheldusrikast maastikku matkamiseks, jalgrattaga sõitmiseks või lihtsalt vaba aja veetmiseks. Suurem väärtus seiseb loodushariduses, kuna suhteliselt lähestikku (väikesel ja lihtsasti juurdepääsetaval alal) saab näidata tüüpilist aktiivse jää tegevuse tulemust ehk voorestatud reljeefi ja kohe kõrval tüüpilist surnud jää reljeefi ehk mõhnastikke.



**Joonis 19.** Pargi territooriumil paiknevad mõhnastikud. Numbrid tähistavad huviväärsuse numbrit andmebaasis (Maa-ameti geoportaal).

**Selgise (ka Selguse) mõhnastik** ( $58^{\circ}35'5''N$ ,  $26^{\circ}58'55''E$ ) (**16**). Vooremaa ja Peipsi järve vahel, Tartust umbes 30 km kirdes paikneva Selgise mõhnastiku pindala on ligi  $25 \text{ km}^2$  (Raukas jt 1971) ja ebakorrapärase kuju juures on nii põhja-lõuna kui ida-läänesuunaline ulatus umbes 5 km (Joon. 19). Valdavad on tasaselaelsed platoo ja piklikud seljakvormid, harvem esineb madalaid kupleid. Piklikud mõhnad ja nende vahelised lohud (kuni 15 m sügavad) on mõhnastiku proksimaalses (põhjaosas) osas orienteeritud põhja-lõuna suunas, mujal valdavalt lääne-ida suunas. Üksikvormide suhteline kõrgus on 10–15 m ja mõhnastiku kõrgemad osad ulatuvad umbes 100 m ü.m.p (maksimaalne 106 m ü.m.p). Mõhnade basaalses osas domineerib peen kuni keskmiseteraline kruus, mida katavad eriteralised liivad. Paikneb osaliselt Padakõrve looduskaitsealal.



**Välgi mõhnastik** (58°35'21"N, 26°52'58"E) (17). Selgise mõhnastikust umbes 5 km idas paikneb suhteliselt väike (1,2 km<sup>2</sup>) põhja-lõuna suunas väljavenitatud (pikkus 3 km) Välgi mõhnastik, mille laius on vaevalt pool kilomeetrit (Joon. 19). Domineerivad meridionaalsuunas orienteeritud kruusast koosnevad vallilaadsed vormid suhtelise kõrgusega kuni 25 m. Vähesed kuplilaadsed vormid kõrgusega vaid mõni meeter, koosnevad aleuriitsetest liivadest. Paikneb osaliselt Välgi ja Kääpa maastikukaitsealal.

**Kaiu mõhnastik** (58°38'16"N, 26°56'26"E) (18). Selgise mõhnastikust umbes 10 km kagus, Kaiu järvedega piirneval umbes 9 km<sup>2</sup> alal paikneb teine, maastikul väga selgelt eristuv Kaiu mõhnastik (Joon. 19). Suhteliselt kompaktselt paiknevate ja üle 10 m suhtelise kõrgusega vormide seas domineerivad piklikud seljakmõhnad, mis on orienteeritud põhja-lõuna või kirde-edela suunaliselt, mille hulgas leidub laia tasase laega vorme, mis meenutavad oose ja mille kõrgus võib küündida isegi 60 meetrini. Kupleid ja künkaid leidub harvem, aga kohati saavutavad ka need märkimisväärsed kõrgused. Negatiivsete vormide hulgas leidub paari kuni paarikümne meetri sügavusi piklikke kui ka ümara põhijoonisega sulglohe. Mõhnade koostises domineerib kruusakas eriteraline liiv, kus leidub kruusa harvem liiv-savi vahekihte (Raukas jt 1971). Nii mõhnastikust läänes paiknevad Kaiu järved kui ka idas paiknev Särgjärv jäävad juba mõhnastiku piirest välja. Mõhnastik on kaetud metsaga ja seda läbivad nii Saare-Pala maantee kui ka kohalikud metsateed, mis muudavad selle mõhnastiku lihtsasti külastatavaks. Kaiu mõhnastik jääb osaliselt Kääpa maastikukaitsealale.

**Saare mõhnastik** (58°39'28"N, 26°45'3"E) (19). Kaiu mõhnastikust 5-6 km läänes paikneb umbes 3 km<sup>2</sup> alal suhteliselt väike Saare mõhnastik, mida tema sarnase paiknemise ja suhtelise läheduse tõttu Kaiu mõhnastikule on vahest peetud ka viimase osaks. Saare mõhnastik jaguneb loode ja kaguosaks, mida eraldab Saare järv ja seda ümbritsev soostunud tasandik, mida kolmest küljest piiravad voored (Joon. 19). Esinevad nii kuppel, platoo kui ka seljakmõhnad 10-15 m (maksimumkõrguse 30 m) suhtelise kõrgusega, absoluutkõrgus ulatub 70 m Kaiu järvest loodesse jääval osal. Piklikud vormid on orienteeritud kirde-edela suunaliselt. Termokarsti lohkudes, millest ühes paikneb ka Saare järv, on väga järsud isegi 30° ületavad veerud. Mõhnastik paikneb tasasel jääjärve setete levikualal, mis viitab sellele, et mõhnade kujunemise järgselt on ala olnud üle ujutatud Peipsi jääjärve poolt ning et osa mõhnastikust võib olla ka mattunud jääjärvesetete alla. Mõhnastikust põhja poole jääva Rahivere voore distaalne osa on justkui ära lõigatud, mis lubab oletada, et juba voorestamisprotsessis esines mõhnastiku alal suurem jääpangas, mis takistas Rahivere voore lõplikku väljakujunemist. Hiljem see pangas lõhenes ja muutus surnud jää väljaks, kus kujunes ka Saare mõhnastik. Saare mõhnastik on osa Saarjärve looduspargist.

**Tõljase mõhnastik** (58°42'23"N, 26°48'45"E) (20). Saare ja Kaiu mõhnastikust põhja suunas paikneb Tõljase mõhnastik (Joon. 19), mille ulatus põhjast lõunasse on umbes 3,5 km ja läänest itta umbes 2,5 km. Kuni 50 m suhtelise kõrgusega üksikvormide ja kuni 95 m absoluutkõrgusega mõhnastik erineb teistest ümbruskonna mõhnastikest. Siin puuduvad kaootiliselt paiknevad kuppel- ja seljakmõhnad. Laia tasase lae ja laugete nõlvadega mõhnade vahel esineb arvukalt erosioonilisi

ja glatsiokarstilise tekkega negatiivseid vorme. Mõhnastiku kõrgema põhjaosa moodustab lääne-idasuunaline suurvorm Tõljase mägi, mille eriti põhjapoolne nõlv on erosioonivormidest tugevasti liigestatud. Ülejäänud madalamad ja laugmate nõlvadega vormid on suuresti orienteeritud põhjalõunasuunaliselt. Pinnavormide koostises valdab peeneteraline aleuriit-liiv, mis erinevalt teistest mõhnastikest on kaetud jämedateralise kruusaka materjaliga ning mõhnastiku distaalses osas nende vormide koostises ka moreeni. Vaatamata selle morfoloogia ja geoloogia iseärasustele on Raukas jt (1971) pidanud Tõljase mõhnastikku samuti tüüpiliseks marginaalseks ehk liustiku serva markeerivaks mõhnastikuks.

**Kassinurme mäed** (58°42'9"N, 26°27'6"E) (21) asuvad Vooremaa loodeosas, umbes 10 km Jõgevast kagus. Kassinurme voore (Joon. 19) kõrgema põhjaosa laele on mandrijää sulamisel tema lõheded voolanud vete poolt kantud liivastest setetest kuhjunud korrapäratult paiknevad ovaalsed ja piklikud järsunõlvalised künkad – mõhnad. Reljeefi inversioon ehk pealeasetumine, kus vanema pinnavormi peale on tekkinud nooremad pinnavormid, on üsna tavaline nähtus. Liustikes tekivad lõhed tavaliselt liustikuserva lähedal ja kohtades, kus liustiku aluspinna kõrgus järsult muutub. Ilmselt kujunes viimase liustiku taandudes ka suure suhtelise kõrgusega (umbes 30 m) Kassinurme voore kohale liustikulõhed või isegi surnud jää. Kuna järelejäanud mõhnastiku üksikvormid on erineva ja tihti pikliku kujuga, siis viitab see teatavale sulavee voolamisele mõhnade kujunemise ajal ja neid vorme peetakse üleminekulisteks tüüpiliste mõhnade ja ooside vahel ehk oos-mõhnadeks. Mõhnade suhteline kõrgus on 30–40 m ning absoluutkõrgus ulatub 115 meetrini. Kassinurme voor ise on komeedi kujuga, kus on selgelt näha kõrgem ja järsunõlvaline proksimaalne osa ning kagu suunas madalduv distaalne osa. Voor on ebasümmeetrilise ristlõikega ja väga ebamääraste piirjoontega, mistõttu on selle pikkuseks pakutud 2–4 km. Lidarmõõdistamise andmetel koostatud reljeefimudel (Maa-amet) aga näitab selgelt, et voore pikk ja kitsas distaalne saba ulatub kuni Pikkjärveni (voore pikkus seega umbes 10 km), kus läheb sujuvalt üle juba Pikkjärve nõgu edelast piirnevaks Nava vooreks.

Kassinurme mõhnastiku järskudel metsaga kaetud nõlvadel kulgeb umbes 2,5 kilomeetri pikkune infotahvlitega looduse õpperada, mis möödub nii Kalevipoja lingukivi nime kandvast rändrahnust kui ka Kalevipoja süngist ja silmapesukaunist (söll) (*Kassinurme*). Olemas on puhkekohad ja külastada võib ka rekonstrueerimisel olevat linnust. Aktiivne kasutus nii minevikus kui ka tänasel päeval aga viitavad väga tugevale inim mõjule Kassinurme mägedes (*Jõgevamaa metsaselts*).

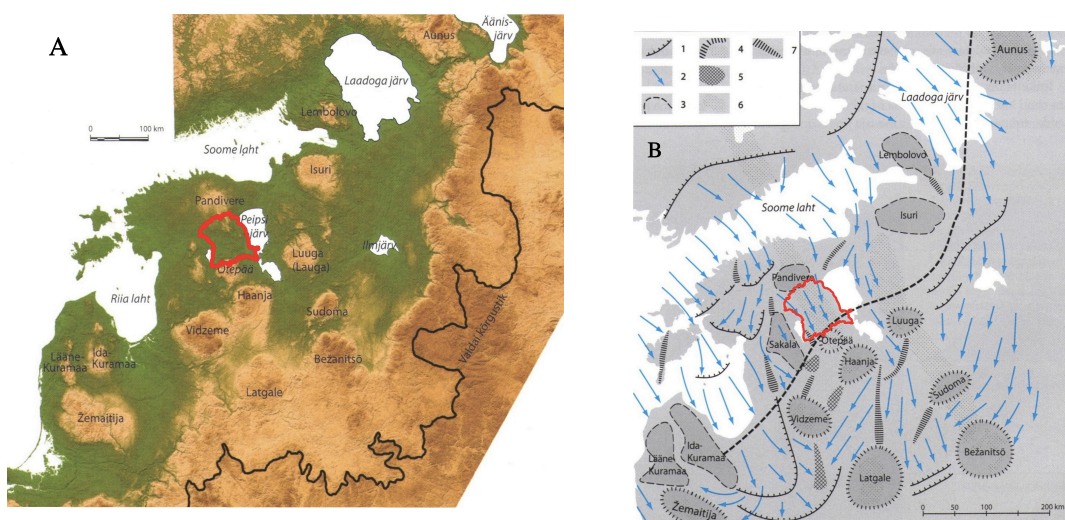
**Siimusti mõhnastik** (58°43'18"N, 26°20'7"E) (22). Vooremaa loodepiiril Siimusti–Olju oosisüsteemi distaalset osa markeerib Siimusti mõhnastik (Joon. 15, 20). Selle ehitus ja kujunemine erinevad eelkäsitatud Vooremaa idaosa mõhnastikest. Siin puuduvad üksikud selgepiirilised ja/või sulglohkudega eristatud pinnavormid. Tegemist on pigem platoolaadse mõhnamassiiviga, kus üksikvormid on omavahel liitunud. Tüüpilisest mõhnastikust erineb ka see, et siin jätkuvad selgete kuni paarikümne meetri kõrguste vallidena Siimusti–Olju oosid (Joon. 20). Nii oosivallid kui ka piklikud mõhnad on orienteeritud meridionaalsuunas ja koosnevad aleuriitliiva vahekihtidega kruusast ja liivast. Nii vormide orientatsioon kui koostis viitavad mõhnastiku kujunemisele voolava

Nagu öeldud on Siimusti mõhnastikuga tihedalt seotud ka **Siimusti–Olju oosisüsteem**. Pargi territooriumile ulatub selle Pandivere kõrgustikult algava oosisüsteemi distaalne osa (Joon. 15, 20). Oosid on kujunenud liustiku alustes või sisestes tunnelites voolava sulavee setteid transportiva tegevuse tagajärjel. Liustiku sulades jäävad tunneleid tähistama kõrged ja kitsad, tüüpiliselt kitsaharjalised vallseljakud, mis koosnevad põimjaskihilisest kruusast ja liivast. Üksikvormid võivad olla mõnesajast meetrist kuni mitmekümne kilomeetrini ja Eestis küündib nende kõrgus isegi üle 40 m (Hang ja Kalm 2014). Pargi territooriumil on Siimusti–Olju ainuke erineva pikkusega vallidest koosnev oosisüsteem. Teel läbivad oosid Siimustist põhja suunas jäävat Kärde voort olles selgeks tõendiks voolava sulavee osast Kärde mägede kujunemisel (vt Joon. 17). Vägeva ja Edru kohal liitub nimetatud oosisüsteemiga väiksem oosiahelik ida suunast. Ka selline hargnemine või liitumine on oosisüsteemide puhul üsna tavaline, olles märgiks kunagistest lõhede/tunnelite keerukast süsteemist. Siimusti–Olju oosisüsteemi puhul on looduses pikal distantstil ja selgestijälgitavat vormi keeruline leida. Siiski on võimalik siduda seda võimalikku huviobjekti Kärde mägede või Tooma soostiku külastamisega, kuna Piibe maantee ületab Kuristast põhja suunas ühte paljudest süsteemi kuuluvast kitsaharjalisest ja järsunõlvalisest oosist. Mujal nende ooside kuju nii ilmekas ei ole või siis on objektid raskesti juurdepääsetavad (näiteks Kemba rabas).

### 3.2.1.3 Otepää kõrgustik ja künklik moreenreljeef

Pargi edelaosas liigestab selle reljeefi künkliku pinnamoega Otepää kõrgustik. Otepää kõrgustik on üks tüüpilisemaid saarkõrgustikke, mis on liustikulise reljeefi omapäraseid suurvormid üldiselt tasases, liustikukünde nõgudest nõrgalt liigestatud Ida-Euroopa lauskmaal. Need paarituhande ruutkilomeetri suurused, umbes 100 m suhtelise ja kuni 300 m absoluutkõrgusega pinnavormid paiknevad korrapärase meridionaalsete vöönditena (Joon. 21), mille põhjuseks on liustiku jagunemine paljudeks erineva intensiivsusega liikuvateks liustikuvooludeks (Hang ja Kalm 2014).

Saarelise paiknemise tõttu ümbritseva tasase ala suhtes nimetatakse neid tinglikult saarkõrgustikeks. Saarkõrgustikud jagunevad oma geoloogia tõttu kaheks: õhukese pinnakattega (5–10 m) (Pandivere, Isuri jt) kõrgustikke nimetatakse aluspõhjalisteks saarkõrgustikeks ja paksu settekihiga (150–200 m) kõrgustikke (Otepää, Haanja, Vidzeme jt) nimetatakse kuhjelisteks saarkõrgustikeks (Hang ja Kalm 2014). Kõigi saarkõrgustike ühiseks jooneks on 20–60 m kõrguse aluspõhjalise tuuma olemasolu liustikusetete all. Karula kõrgustikul näiteks selline aluspõhjaline tuum puudub ja ta ei kuulu saarkõrgustike hulka, kujutades endast küngaste vööndit, mis on kujunenud kahe liustikukeele kokkupuutealal (Hang ja Kalm 2014).



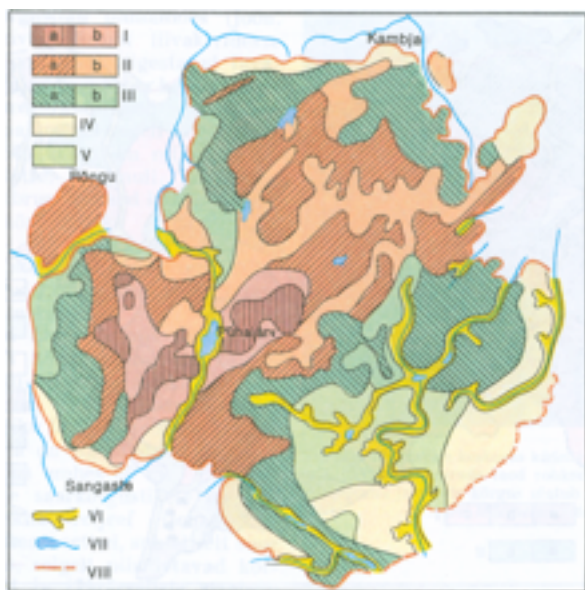
**Joonis 21.** Saarkõrgustike paiknemine Ida-Euroopa lauskmaa lääneosas. Must joon tähistab viimase, Weichseli (ka Valdai) jäätumise maksimaalse leviku piiri (Hang, Kalm 2014) (A). Hilisjääaegse liustiku dünaamika viimase Skandinaavia jäätumise kagusektoris. Autor: R. Karukäpp. 1–liustiku servamoodustised; 2–liustikujää liikumise suund aktiivsuse viimases staadiumis; 3–liustiku kulutus- ehk aluspõhjalised kõrgustikud; 4–kuhjekõrgustikud; 5–liustikuvooludevahelised kuhjekõrgustikud; 6–jäälahkmealad liustikuvoolude vahel; 7–kohalikud jäälahkmealad liustiku keelte vahel (Hang ja Kalm 2014) (B)

Kuhjelite saarkõrgustike geoloogia on väga keerukas, kusjuures mitme eriilmelise moreenikihi esinemine viitab nende kujunemisele läbi mitme jäätumise. Kohati esineb eri moreenikihtide vahel ka sulamisveesetteid, milles leiduv orgaanika pärineb eri jäävaheaegadest. Pargi territooriumile jäävas Otepää kõrgustiku osas on selliseid setteid teada Rõngust (Eemi jäävaheag 132–122 tuh. a.t.). Enamasti on saarkõrgustike settekihid liustiku raskuse või jääsurve tõttu tugevasti deformeerunud. Kõrgustike pindmised setted ja pinnavormistik aga pärinevad viimasest jäätumisest (Joon. 21). Kõrgustike kõrgem osa paikneb tavaliselt aluspõhjalise tuuma kohal ja suuremad



pinnavormid kõrgustike keskosas. Saarkõrgustikud on läbi teinud pika ja keeruka arengu alates liustiku pealetungist kuni liustiku taandumisele järgnenud ird-jää ehk liustikust maha jäänud suurte jääpangaste sulamiseni. Nende jääpangaste lõplikul sulamisel kujuneski saarkõrgustikele omane künklik-nõoline reljeef, kus leidub väga erineva koostise ja geneesiga pinnavorme. Sellist reljeefi nimetatakse künklikuks moreenreljeefiks vaatamata sellele, et paljude pinnavormide koostises moreeni ei tarvitsegi olla (Hang ja Kalm 2014).

**Otepää kõrgustik (23)** asub Kagu-Eestis liivakivisel aluspõhja kõrgendikul, mis on kaetud paksude Kvaternaarisetetega. Kõrgustik on keerulise struktuuri, künkliku topograafia ja hästi väljaarenenud nõlvadega. Ala kogupindala on 1180 km<sup>2</sup> ja keskmine kõrgus 127 m (Hang ja Karukäpp 1979), suurim ulatus nii põhjast lõunasse kui idast läände on 40 km. Keskmine kõrgus jalamilt on 88 m üle merepinna, 19 punkti ületavad 200 m piiri, neist kõrgeim on Kuutse mägi, mille kõrguseks on 217 m üle merepinna (Joon. 22). Pühajärve järvenõgu jaotab Otepää kõrgustiku põhja-lõunasuunaliselt kaheks osaks. Kõrgustiku keskosas valitsevad künkad suhtelise kõrgusega 50–60 m, äärealadel on tüüpilisemad väiksemad väljavenitatud moreenkünkad ning servaalasid läbivad sügavad, sageli järvederohked ürgorud sügavusega 30–40 m. Umbes pool kõrgustikust jääb moreenküngastest ja moreenkattega kaetud mõhnadest koosneva pinnamoe alla, ligi 20% alast moodustavad fluvio- ja limnomõhnad (Joon. 22). Suuri, keskmisi ja väikesi pinnavorme eristatakse vastavalt nende suhtelisele kõrgusele jalamilt, mis on vastavalt 25 m, 10–25 m ja kuni 10 m (Hang ja Karukäpp 1979). Mitmekesine reljeef koosneb erinevatest pinnavormidest nagu liustiku kujundatud moreenküngastest, otsamoreenidest, mõhnadest ja paljudest teistest vormidest. Otepää kõrgustik on kuhjeliste saarkõrgustike tüüpiliseks esindajaks isegi sedavõrd, et mitmed tuntud geoloogid on teinud ettepaneku saarkõrgustikke hakata nimetama “otepää” (Karukäpp jt 1999).



**Joonis 22.** Otepää kõrgustiku pinnamood. I–moreenist ja jääsulamisveesettest koosnevate keeruka ehitusega kõrgendike reljeef; II–moreenkõrgendike ning jääsulamisveesettest ja neid katvast moreenist koosnevate kõrgendike reljeef; III– jääsulamisveesettest koosnevate kõrgendike (fluvio- ja limnoglatsiaalsete mõhnade) reljeef; IV– moreentasandikud ja jääjärvede kulutustasandikud; V– sandurtasandikud ja jääjärvede kuhjetasandikud; VI– ürgorud; VII– jõed ja järved; VIII– jalamijoon (Hang, Karukäpp 1979).

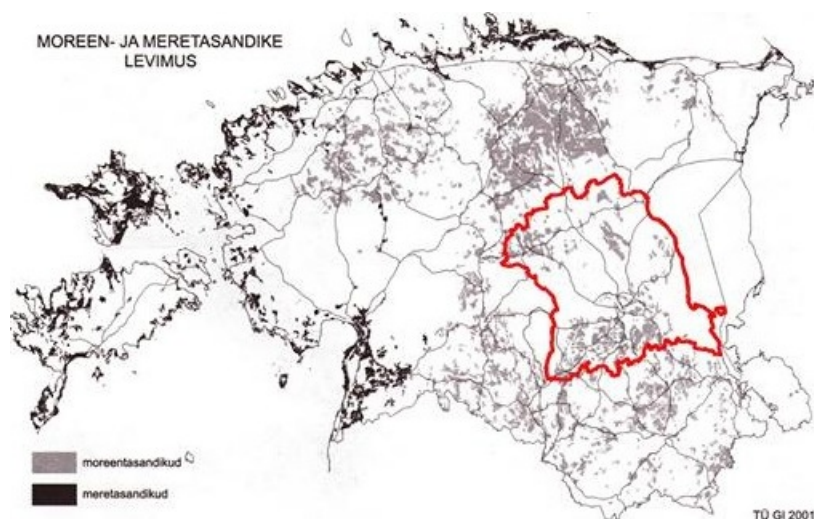
Maastikupildis domineerivad erinevat tüüpi mõhnad. Erineva päritoluga reljeefivormide jaotusest on näha nende korrelatsiooni kõrgusega. Kõrgustiku kõrgemas osas domineerivad limnoglatsiaalsed mõhnad ning keeruka ehitusega liustiku poolt deformeeritud pinnavormid. Keskmisel hüpsograafilisel tasemel esinevad valdavalt moreenist või moreenkattega künkad ning survele



otsamoreenid. Madalaima taseme moodustavad lainjad jääjärvetasandikud, mida läbivad sügavad orud. Lainjas reljeef, muldade ebaühtlane paiknemine, nõrk infiltratsioon ja intensiivne erosioon muudavad Otepää kõrgustiku põllumajanduslikult ebasobivaks piirkonnaks. Seetõttu asustati künklikud alad hiljem kui kõrgustiku jalamil paiknevad tasasemad alad. Kaunis maastikupilt, järvede rohkus ja madalamatest aladest kuni kaks nädalat pikemad talved muudavad kõrgustiku suurepäraseks spordi- ja vabaaja veetmise paigaks, millega Pargi initsiatiiv kahtlemata arvestama peaks.

### 3.2.1.4 Moreentasandikud

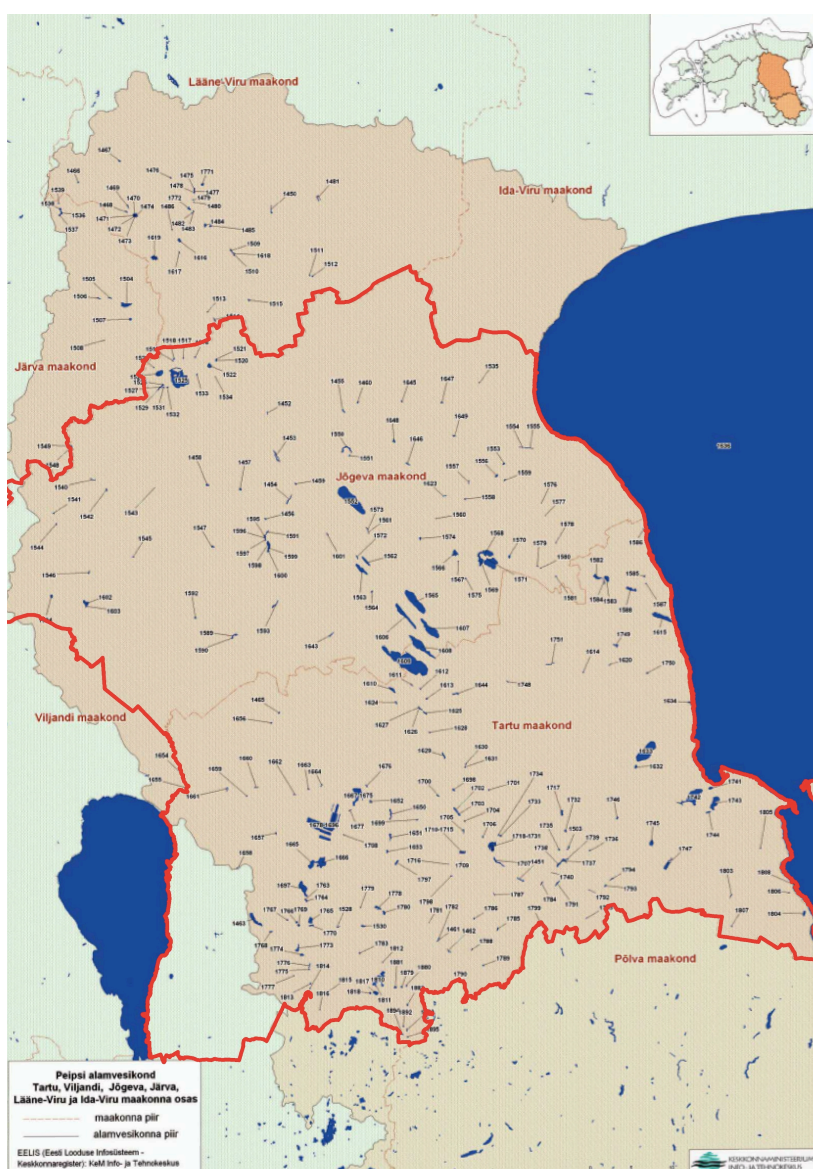
Liustikutekkelises reljeefis Eestis üldiselt ja ka Pargi territooriumil on suhteliselt laialdase levikuga ka moreentasandikud. Moreentasandik on valdavalt moreenist koosneva pinnakattega tasane maa-ala, mis on reeglina kujunenud aladel, kus aluspõhi on suhteliselt tasase pinnaga ja asub maapinna lähedal. Kuna liustiku aluspinna reljeef, liustiku sulamise kiirus ja ka moreeni hulk liustikus oli erinev, siis on moreentasandike reljeef vahelduv. Pinnavormide suhteline kõrgus ja sügavus lainjatel moreenitasandikel ei ületa enamasti 5 m (Raukas ja Rõuk 1995). Neid katvate liustikusetete paksus on harilikult 2–10 m, ületades harva 20 m. Moreenkatte ehitus ja ka moreenis olevate piklike veeriste hea orienteeritus jää liikumise suunas viitab sellele, et moreentasandikud on kujunenud peamiselt aktiivse liustiku all põhjamoreeni väljasettimisel (Raukas ja Rõuk 1995). Tartust lõunasse jääval Ugandi lavamaa osal valdab orustatud moreentasandik, mida iseloomustavad sulamisvee poolt uuristatud sügavad orud. Ugandi lavamaa põhjapoolses osas Vooremaa ja Peipsi vahel ning Pargi loodeosas aga esineb lainjas moreentasandik, mida iseloomustab väikeste kõrgusvahedega ebakorrapärase kuju ja selgete piirideta pinnavormide esinemine (Joon. 23). Üldise pinnamoe, maastike kujunemise ja looduse mõistmise olulise komponendina ei oma moreentasandikud siiski Pargi ideest lähtuvalt erilist tähtsust.



**Joonis 23.** Moreen- ja meretasandike levimus Eestis (Arold 2001).

### 3.2.1.5 Liustikutekkelised järvenõod ja järvesetted

Selles alapeatükis käsitletakse Pargi seisukohalt olulisemaid liustikutekkelisi järvi. Kõiki järvi ei kirjeldata ning järvede valik tehti lähtuvalt nende olulisusest ja hariduslikust aspektist. Suurimad järved Pargi territooriumil on Peipsi, Saadjärv ja Võrtsjärv. Viimasel on Pargiga väga lühike kokkupuude ning selle seos Pargiga on ebaselge, seetõttu Võrtsjärve detailselt ei kirjeldata. Sissejuhatavas osas on Võrtsjärve kohta olev teave kirjanduse näol kokku võetud ja seda materjali saab hiljem vajaduse korral kasutada. Suurimad soojärved on Suure-Endla järve jäänukjärved Endla järv, Männikjärv, Tulijärv, Kaasikjärv ja Sinilaugas. Kõikide Pargi territooriumil paiknevate järvede kohta (Joon. 24) on ülevaade Eesti järvede nimestikus (Tamre 2006).



**Joonis 24.** Ülevaade Pargi territooriumil olevatest looduslikest ja tehisjärvedest (Tamre 2006).

Planeeritava Pargi territooriumil paikneb Eesti järvede nimestiku (Tamre 2006) andmeil ligikaudu 245 looduslikku ja kunstlikku seisuveekogu (Joon. 24). Need on ebaühtlase paiknemisega, väga erinevate morfomeetria ja toitelisuse andmetega ja muidugi erinevatel põhjustel kujunenud järved. Pargi eesmäärke silmas pidades on olulisemad just liustikutekkelised järvenõod ja seal paiknevad

järved, sealhulgas Eesti suurimad Peipsi ja Võrtsjärv ning soojärved. Kindlasti on huvitavad ka vähelevinud ja perioodiliselt esinevad soodijärved (vanajõed) Emajõe ülemjooksu osas, millele on juurdepääs suhteliselt keeruline, kuid millega seotud teemasid annab kindlasti seostada Alam-Pedja soostiku või Emajõe kui võimalike huviobjektidega. Järvede klassifitseerimiseks on mitmeid võimalusi näiteks troofsus, vee keemia jne. Järgnevalt on valik järvedest tehtud nende kujunemise alusel. Liustiku- ja sootekkelistes nõgudes paiknevad ka suuremad ja silmatorkavamad-tuntumad järved Pargi territooriumil, seetõttu on nende kohta ka geoloogilist andmestikku rohkem.

Pärastjääaegsed järvesetted on väga oluline loodusarhiiv, kus on säilinud kliima, taimestiku, maastike ja ka inimtegevuse muutuste jäljed. Tavaliselt on need järvenõod kujunenud vett halvastijuhtivatesse liustikusetetesse. Hilisjääajal, kui sügavad ja eluta jääjärved piirkonda üle ujutasid settis järvenõgudesse peeneteraline savi ja liiv. Jääjärvede taandudes ja primitiivse taimestiku tekkides hakkas järvedes settima järvemuda, mille kohta kasutatakse ka termineid jüttja ja sapropeel. Madala ja soojaveelistel perioodidel võis järvedes settida ka lubjane järvemuda või isegi järvelubi, mida leidub näiteks Vooremaa järvedes aga ka Peipsis ja Võrtsjärves. Setetega täitudes hakkasid väiksemad järved kinni kasvama kuni selleni, et soostumise tagajärjel need maastikupildist hoopis kadusid. Nende kunagist eksisteerimist tõendavad aga järvesetted soosetete all.

Kahtlemata on käsitletaval territooriumil kõige tuntumad Peipsi ja Võrtsjärv, kuigi viimane piirneb Pargiga vaid lühikesel lõigul. Kuigi ka nende järvede tekke üle on vaieldud, ollakse praeguseks seisukohal nende järvenõgude liustikulises päritolus. Viimase jäätumise aktiivsed Võrtsjärve ja Peipsi jäävoolud kulutasid järvenõgudest varasemate jäätumiste setted ning vahetult aluspõhjal lasuvad erinevas paksuses viimase jäätumise moreen. Mõlema suure järve kohal on ka aluspõhja pealispinnas piklik vagumus, mis samuti toetab jääkünde olulist rolli nende vagumuste kujunemisel. Mõlema järve uurimisel on väga pikk ajalugu, mille teadmised on koondatud mitmetesse monograafiatesse “Peipsi” (Haberman jt 2008) ja ka “Võrtsjärv” (Haberman jt 2003). Peipsi kohta on ilmunud põhjalik kolmeosaline monograafia, kus eri osad on pühendatud geoloogiale (Lake Peipsi Geology 1999), vee omadustele (Lake Peipsi Meteorology, Hydrology, Hydrochemistry 2001) ning faunale ja floorale (Lake Peipsi Flora and Fauna 2001). Samuti on Võrtsjärve pikaajalised uuringud koondatud kokkuvõtvatesse monograafiatesse (Võrtsjärv 1973; Võrtsjärv. Loodus, aeg, inimene 2003). Just viimased monograafiad “Peipsi” (2008) ja “Võrtsjärv” (2003) on oma sisult teadmisi kokkuvõtvad, lihtsas sõnastuses aga teaduslikult täpsed ja ka hästi illustreeritud, mille andmed Pargi huvides on kindlasti kasutatavad. Samuti on nende ettevalmistamise juures kasutatud kirjanduse loetelud väga põhjalikud, mis võimaldavad vajadusel leida ka kitsastele teemadele pühendatud allikaid.

## Peipsi järv

**Peipsi järv** (58° 25' 58" N, 27° 34' 26" E) (24). Paljuski eeltoodud materjalidele põhinevalt otsustas käesoleva töö autor valikuliselt välja tuua vaid mõned Peipsi geoloogia ja arenguloo spetsiifilisemad aspektid viidates ühtlasi ka olemasolevatele allikatele, kust on vajadusel võimalik leida lisainfot.

Üldiselt on teada fakt, et Peipsi järv on Euroopas pindalalt neljas järv, kui soomlaste Saimaa järvestu kõrvale jätta. Ühtlasi on Peipsi Eesti suurim järv kuigi jagatud Venemaaga. Järve veepeegli pindala keskmise veetaseme juures on 3555 km<sup>2</sup>, millest Eesti piiridesse jääb umbes 44% ehk 1570 km<sup>2</sup>, keskmine veesügavus 7,1 m ja suurim sügavus 15,3 m (Haberman jt 2008). Pikliku järve põhjapoolse osa, Peipsi Suurjärve pindala on 2611 km<sup>2</sup>, keskmine sügavus on 8,3 m ja suurim 12,9 m. Peipsi lõunaosa, Pihkva järve (708 km<sup>2</sup>) keskmine sügavus (3,8 m) on kaks korda väiksem kui põhjaosas. Neid järveosi ühendab kitsas väinalaadne Lämmijärv (236 km<sup>2</sup>), mille keskmine sügavus on 2,5 m, samas aga paikneb seal Peipsi sügavaim koht (15,3 m) (*Peipsi*). Need arvud on arvestatud keskmise veetaseme juures ja võivad oluliselt muutuda koos veetaseme muutustega, mille ulatus võib sesoonselt küündida isegi 3 meetrini (Jaani 1973). Vajadusel on Pargi infomaterjalidesse võimalik koondada palju põnevat statistikat Peipsi hüdroloogia, veetasemete muutuste ja/või ka üleujutuste ja nende ajaloo kohta paljudest allikatest, millest enamus on viidatud ka eespoolnimetatud kokkuvõtvates töödes.

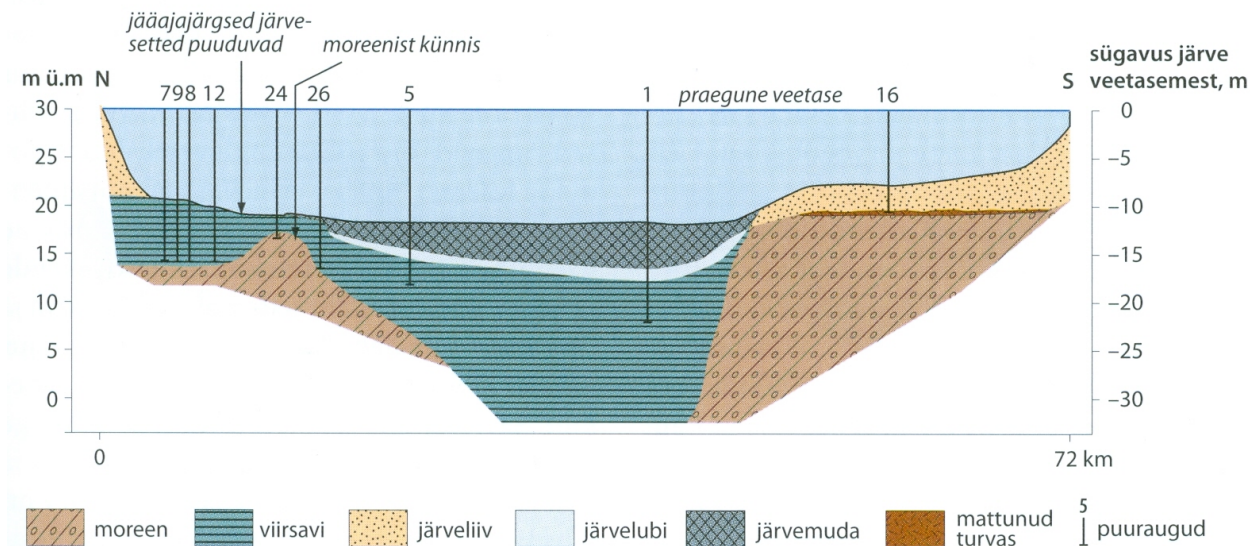
Järve geoloogia ja arengu seisukohalt on lisaks Peipsi suurusele põnev seegi, et erinevalt oma tektoonilise tekkega konkurentidest Laadogast, Äänisjärvest, Vänernist, mis on väga sügavad järved, on Peipsi suhteliselt tasase põhjaga madal järv (Joon. 25). Ja seda mitte seetõttu, et Peipsi nõgu oleks setetega täitunud vaid, et ka aluspõhja pealispinnas oleva nõo sügavus järve veetasemega võrreldes on vaid 20–30 m (maksimaalselt 60 m) (Hang ja Miidel 1999) ja sellel omakorda lasuvad jää- ja pärastjääaja setted. Madal, laugete veerude ja ebamääraste piirjoontega nõgu on ka üks argumente, miks selle kujunemist seostatakse liustike kulutusega. Üldiselt on batümeetria andmed veekogude kirjeldamise juures väga olulised ja kindlasti ka Pargi potentsiaalsetele külastajatele huvitavad. Lisaks üldisele Peipsi sügavusandmestikule on praeguseks lõpetatud ka Eesti akvatooriumi detailsem kaardistamine. Kokkuleppel Veeteede ametiga on neid andmeid kindlasti võimalik ka Pargi materjalides väga atraktiivsete mudelitena esitada (Joon. 24).



**Joonis 25.** Peipsi põhjareljeef (Raukas 2008)



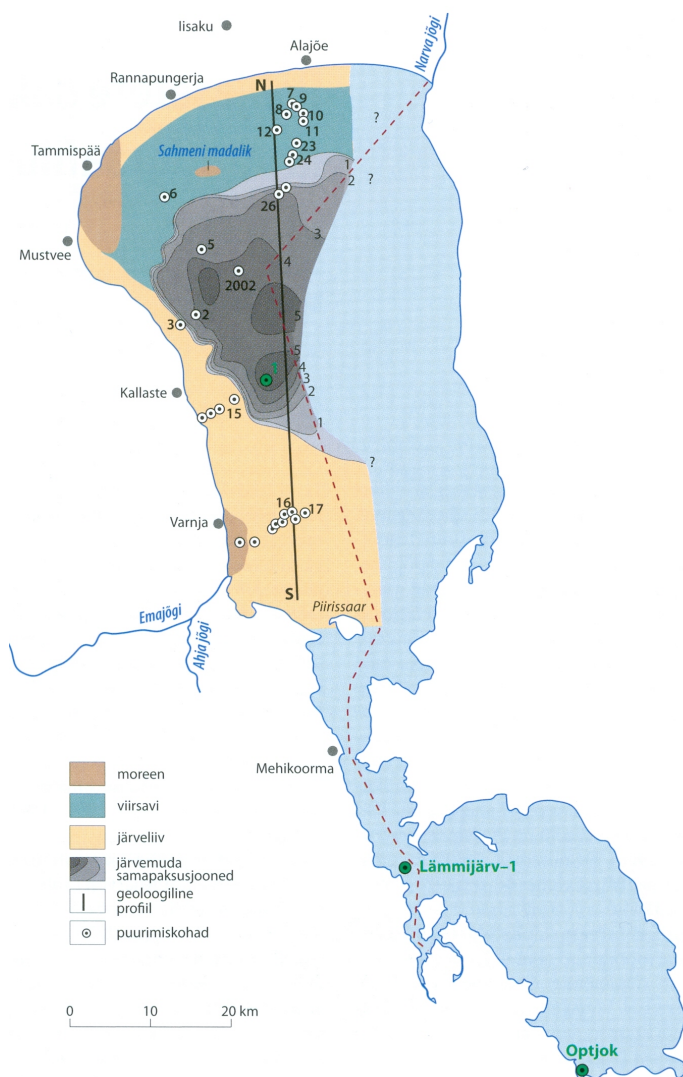
Järve geoloogilise uurituse seisukohalt on oluliseks see, et sügavaid puurauke on tehtud vaid üks Suurjärve põhjaosas Sahmeni madalikul. Ülejäänud geoloogiline teave Suurjärve eesti poole jäävalt alalt pärineb seismoakustilistest uuringutest (Noormets jt 1998), mille tulemustest on võimalik ka põnevaid infomaterjale koostada (Joon. 26, 27). Mujal järve osades (ka mitte Suurjärve idaosas) selliseid uuringuid tehtud ei ole.



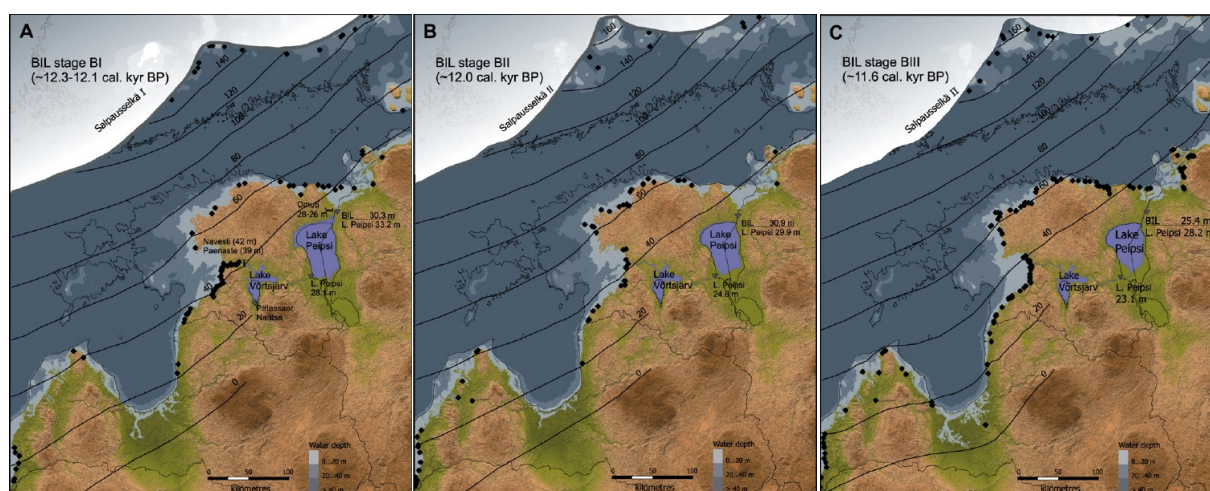
**Joonis 26.** Üldistatud geoloogiline läbilõike Peipsi Suurjärvest seismoakustiliste uuringute ja puurimistulemuste põhjal. Läbilõike ja puuraukude asukoht on antud joonisel 27.

Hilis- ja pärastjääaegseid setteid läbivaid uuringuid on vähem (Hang ja Miidel 2008), kuid nende alusel on lisandunud hulga huvitavat materjali näiteks ravimuda leviku kohta Pihkva ja Lämmijärves aga ka Peipsi pärastjääaegse arengu kohta. Nii on Piirissaare ümbrusest mitmelt poolt leitud nooremate liivade alla mattunud turvast, mis viitab sellele, et u 10 000-9 500 a.t. pidi Peipsi veetase olema Suurjärves umbes 8–10 m tänapäevasest madalamal ja Lämmi- ning Pihkva järve nõos võisid eksisteerida vaid väiksemad järvesilmad (Hang jt 2008). Ühtse suure veekogu kujunemine algas kui Peipsi veetase kerkis kõrgemale Piirisaare kohal esinenud veelahkmest ning järvenõo põhjaosa kiirema tektoonilise kerkimise tõttu jätkub aeglane vee valgumine lõuna suunas tänaseni.

Peipsi pärastjääaegne areng võiks olla üks fookustest Pargi (info)materjalides. Järv on teinud läbi keeruka arengu taanduva liustiku ees laiunud suurest ja sügavast Peipsi jääjärvest vahepealse madala ja väikese järvesilmani Suurjärve keskosas kuni läbi veetaseme tõusu tänase ühtse suure veekoguni. Veetaseme muutuste geoloogilis-geomorfoloogilised indikaatorid ei ole küll väga täpsed aga kaasaegset ettekujutust järve arengust on võimalik illustreerida kaartide seeriaga (Joon. 28, 29).

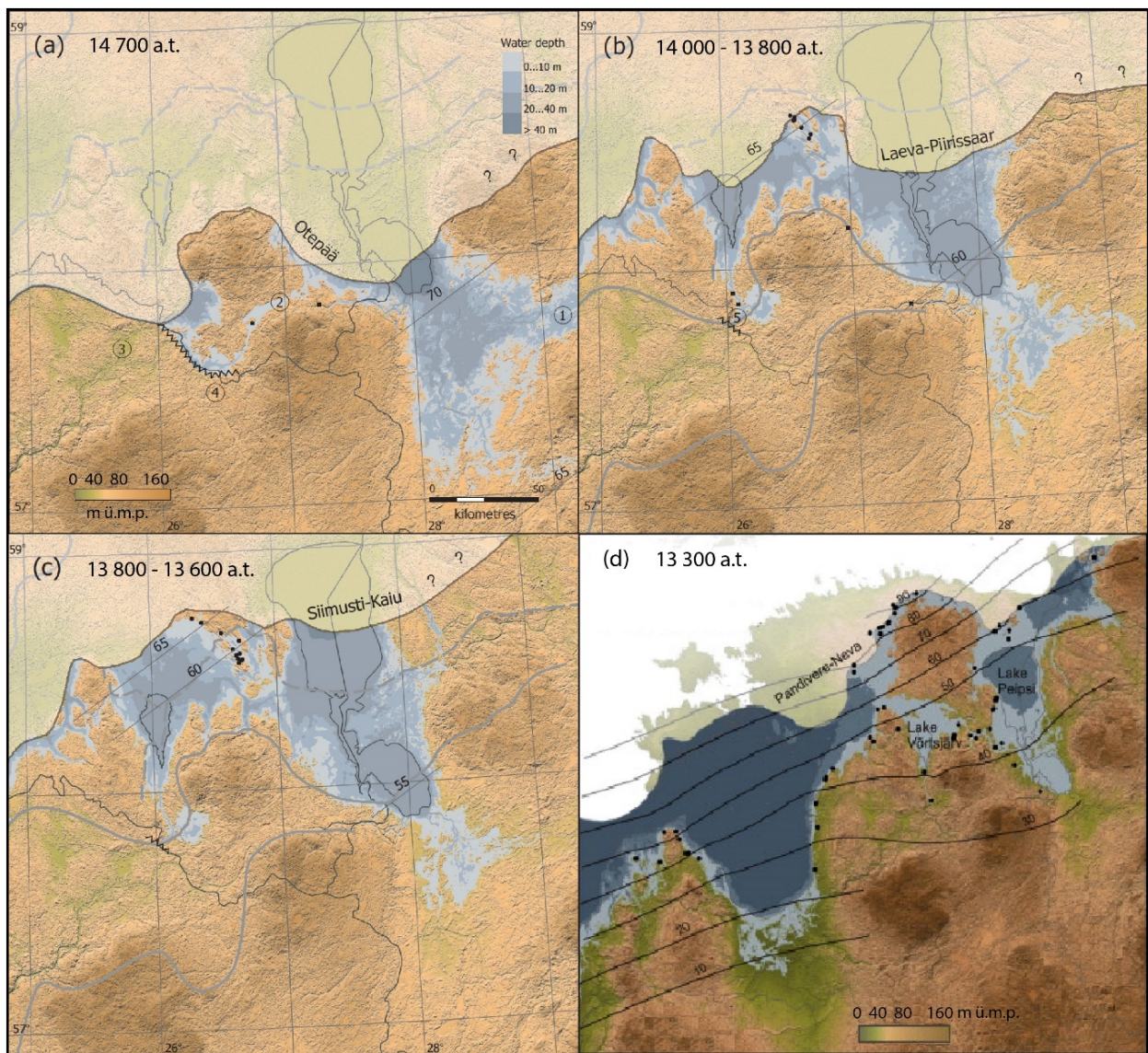


**Joonis 27.** Peipsi Suurjärve põhjasetete leviku skeem seismoakustiliste uuringute ja puurimistulemuste alusel (Hang jt 2001). Rohelisega on tähistatud palünoloogiliselt uuritud setteläbilõigete asukoht. Põhja-lõunasuunaline joon (N–S) tähistab joonisel 26 esitatud läbilõike asukohta.



**Joonis 28.** Modelleeritud Peipsi järve konfiguratsioon Balti jääpaisjärve erinevatel arenguetappidel (Rosentau et al 2009). Parempoolsel joonisel kujutatud Väike Peipsi arenguetapp, mil järv oli juba isoleerunud, kuid jääjärve veetase ei olnud Billingeni sündmuse tõttu veel alanenud.

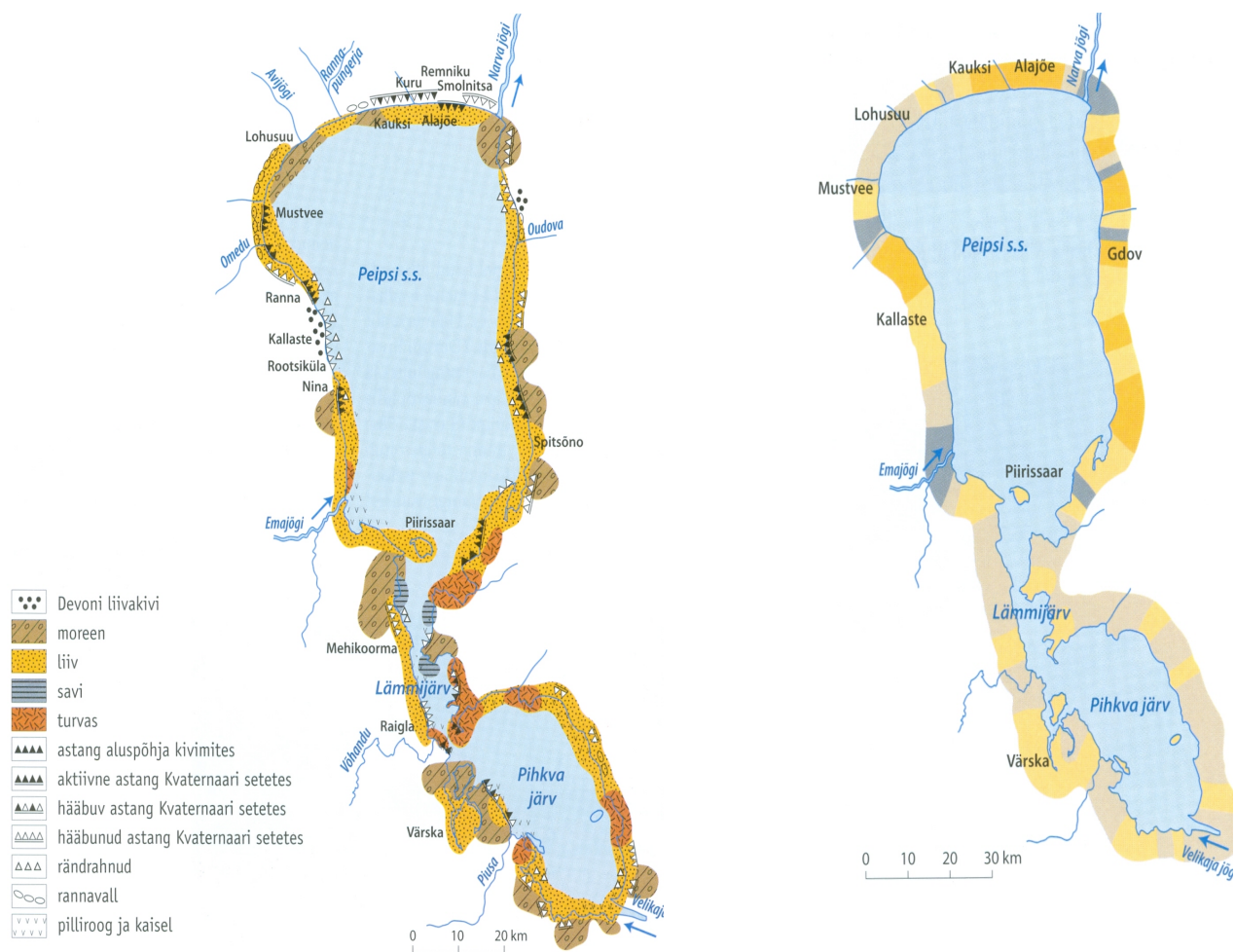




**Joonis 29.** Peipsi jääjärve areng (Rosentau jt 2007). Modelleerimise aluseks on olnud veetasemete geomorfoloogilised indikaatorid rannamoodustiste ja jõeterrasside kõrgused.

Peipsi randu on kirjeldatud üsna põhjalikult (Tavast 1999). Kaardistatud on rannatüüpide levik (Joon. 30). Nende eristamise aluseks on morfoloogia, geoloogia ja valdavad rannaprotsessid, mille hulgas peamisena lainetus. Peipsi rannavööndis valdavad madalad lauskkrannad, mille valdavaks katendiks on erineva terajämedusega liiv. Lauskkrannad on suures ulatuses soostunud. Kohati avaneb rannajoone lähedal ka moreeni ja nendes rannalõikudes võib esineda ka madalat rannaastangut (Joon. 30). Pankranda leidub vaid Kallaste-Omedu piirkonnas, kus Devoni liivakivisse on kujunenud kuni 8 m kõrgune järsak. Kõige tuntumaks rannikulõiguks aga on ilmselt Peipsi põhjarannik, kus umbes 30 km ulatuses esineb suure rekreatiivse väärtusega luitestunud astangranda (Joon. 30).





**Joonis 30.** Peipsi rannatüübid (A). Rannavööndi sobivus puhkuseks (Raukas ja Tavast 1989, täiendustega) (B). Tumekollane–väga sobiv; helekollane–sobiv; beež–vähe sobiv; hall–sobimatu.

Planeeritav Park piirneb küllalt pika rannikulõiguga Mehikoorma ja Omedu vahel, kus domineerivad lauskrannad liivas ja moreenis ning Emajõe Suursoo alal ka turbarand (Joon. 30). Kohati Mustvees ja Nina külas esineb madalat astangranda moreenis. Kõige atraktiivsemaks aga on Nina-Kallaste-Omedu lõigul esinev pankrand, mis küllalt ulatuslikul lõigul Kallaste-Omedu piirkonnas on ka kergesti juurdepääsetav. Pankranna kujunemise põhjuseks siin on lainete kulutav tegevus, eelduseks aga Devoni platoo idaserva ulatumine rannajooneni. Kõrgemas osas kuni 8 m kõrgune järsak on kaetud õhukese, kohati kuni paari meetri paksuse moreenikihiga, millest pärinevad astangu jalamit palistavad suured rahnud. Kallaste panga ette on paigutatud ka selle geoloogiat tutvustav infotahvel, mida on võimalik täiendada Peipsi järve ja rannaprotsesse seletava infoga muutes Kallaste huviobjektina mitmekülgsemaks.

Kallastelt lõunasse Kolkja-Varnja piirkonnas on tegemist üsna roogu kasvanud randadega ja Suursoo rannalõiku saab nautida vaid järve suunast. Nende rannikualade tutvustus ilmselt on

võimalik seotuna teiste huviobjektide (Suursoo) või pärnadmaterjalidega (kalurikülad, Sibulatee, vanausulised). Mustvee suunas madaldub Devoni pank aeglaselt ja Omedust algab juba madala rannavalliga lauskrand. Mille atraktiivsus seisneb pigem supluskohtade ja sadama olemasolus, kuid mille külastamine Kallaste pangaga võrdluses kindlasti omab ka loodushariduslikku eesmärki (Joon. 30).

Peipsi randasid ja rannaprotsesse tutvustav infomaterjal peaks kindlasti tutvustama ka järve põhjaranniku olemust ja rekreatiivseid väärtusi kuni Peipsi veetaseme reguleerimisega seotud probleemide ja ehitiste ja nende mõju kirjeldamiseni Vasknarvas. Vastavaid ülevaateid on võimalik leida nii TÜ maateaduslikes üliõpilastöödes kui populaarsetes kirjutistes (Järveoja 2012; Järveoja jt; Eesti Looduse raamat 1995)

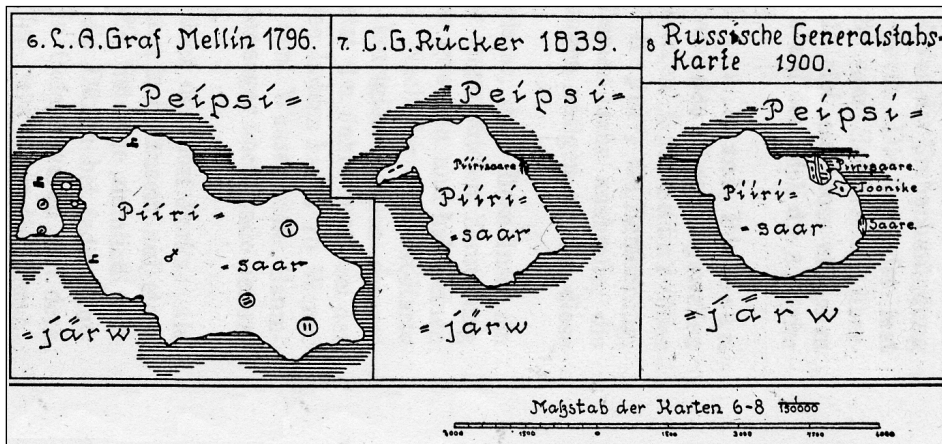
## **Piirissaar**

**Piirissaar** (58° 22' 30" N, 27° 30' 30" E) (25) asub Peipsi ja Lämmijärve kohtumispaias Eesti ja Venemaa piiril (*Piirissaar – saar...*). Pargi initsiatiiviga on kaasa läinud ka Tartumaa Piirissaare vald. Paraku on saare enda geoloogia kohta väga vähe andmeid, teisisõnu puurimisandmeid sealt ei olegi. Ümber Piirissaare on puuritud ehitusliiva varude määramise ja laevatee süvendamise eesmärgil. Need andmed lubavad oletada, et Piirissaar koosneb valdavalt eriteralistest, ilmselt jääjõelitest liivadest, mida lainetus on läbilõike ülemises osas ka ümber töötanud. Liivad lasuvad ebaühtlase pealispinnaga moreenil (Hang ja Miidel 2008). Saare kujunemist on seletatud liustikuserva seisakuga ja seda peetakse glatsiofluviaalseks deltaks (Raukas ja Rähni 1969) aga geoloogiliste andmete vähesuse tõttu kindlad tõendeid selleks puuduvad. Olulisi geoloogilisi huviobjekte saarel pole. Rannaprotsessid laugel rannanõlval on intensiivsed aga paraku jälgitavad pika aja jooksul. Põnevam on järve põhjareleef ja pärastjääaegsed setted, milles nagu juba öeldud esineb nooremata liivaste setete alla mattunud turba kiht, mis viitab madalale veeseisule umbes 10 000 a.t. Seega Piirissaarega seotud geoloogilis-geomorfoloogilist materjali ja ka objekte napib. Mainitud nähtuste kohta on võimalik infomaterjale koostada aga need pigem annavad lisaväärtust Piirissaare kui pärandkultuuri huviobjektile.

Siiski on Piirissaare ja selle ümbrusega seotud mõned ehk laiemat huvi pakkuvad aga vähem tuntud probleemid, näiteks rannaprotsesside ja maakerkega seonduv Piirissaare väidetav pindala muutumine (Miidel jt 1995). Kuna Peipsi vagumuse põhjaosa kerkib lõunaosaga võrreldes, siis valgub järve vesi aeglaselt lõuna suunas. Seda tunnistavad üleujutused ja paks turbakiht lõunapoolsete jõgede suudmeis. Piirissaart kujutavate ajalooliste kaartide võrdlusest paistab, et 1796.a. oli saare pindala 20,08 km<sup>2</sup> ja 1834.a. 10,64 km<sup>2</sup> (Miidel 1995) ning tänasel päeval vaid 7,39 km<sup>2</sup>.

Kartograafilise materjali täiendav analüüs seab aga need väited kahtluse alla (Peensoo 2009). Nimelt põhinevad eelnevad väited Mieleri (1926) tööle (Joon. 31), kus ta varasemaid kaarte võrdleb. Seal aga torkab silma saare pindala järsk vähenemine ja saare kuju ebaloomulik muutumine. Põhjuseid on mitu: a) Mellini (1796) kaart on moonutustega ja sealt pindala mõõtmine

ebatäpne, b) Rückeri (1839) kaardilt puudub saare idaosa, mis kuulus Peterburi kubermangule. Vene kindralstaabi kaart on neist täpsem ja seal on Piirissaare pindala sarnane tänasega. Viimase saja aasta jooksul võib aga täheldada hoopis Piirissaare pindala vähest suurenemist, mis on seotud rannaprotsessidest tingitud maasäärte suurenemisega, mis ületab järve veetaseme tõusust tingitud võimaliku pindala vähenemise (Peensoo 2009; Peensoo jt 2009).



**Joonis 31.** A. Mieleri (1926) poolt teostatud Piirissaare rannajoone ning pindala muutumine kolme eriaegse kaardi võrdluses. 1839. aasta kaardil on saar ebaloomuliku kujuga, kuna saare idaosa puudub.

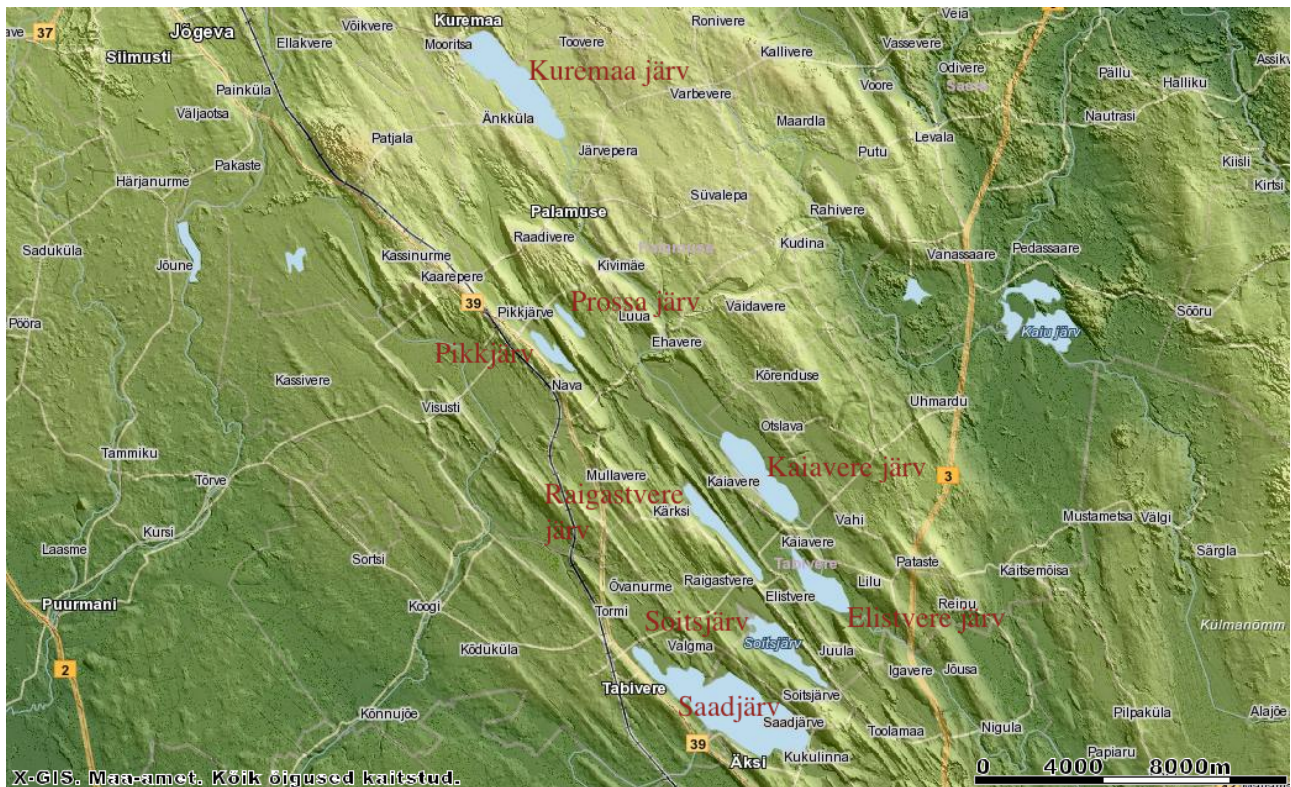
Kokkuvõtvalt võib öelda, et Peipsi järv on väga oluline huviobjekt Pargis. See on suur piirijärv, millel on tohutult rekreatiivseid võimalusi (matkarajad, veesport, kalastamine, paadi-, kanuumatkad jne). Peipsi järv on huviobjektiks turistidele eelkõige oma vabaajaveetmise võimaluste poolest, geoloogiahuvilised saavad detailsemalt tutvuda järve arengulooga väljapanekute ja infotahvlite kaudu.

## Vooremaa järved

Vooremaal paiknevad järvenõod on samuti liustikulise tekkega. Enamus neist on jääkünde tagajärjel tekkinud erineva sügavusega piklikud voortevahelised nõod koos seal asuvate piklike järvedega. Tüüpilisi voortevahelisi järvi on kaheksa: Saadjärv (27), Raigastvere (28), Soitsjärv (29), Elistvere (30), Kaiavere (31), Pikkjärv (32), Prossa järv (33) ja Kuremaa järv (34), kuid neile lisanduvad veel tänaseks praktiliselt kinni kasvanud Laiuse Kivijärv (35) ja Pupastvere Umbjärv (36) (Joon. 32). Mitte otseselt jääkünde, aga hilisema irdjääpangaste sulamise tagajärjel tekkinud nõod hoiavad endis Saare järve, Kaiu järvistut ja Särgjärve aga ka väiksemates sõlvides paiknevaid veesilmasid näiteks Laiuse mäel paiknevat Siniallikat jt. Lisaks veel kitsad ja piklikud orundijärved Vasula järv ja Kivijärv. Üldiselt hästi juurdepääsetavad järved on atraktiivsed loodusturismi, vaba aja veetmise paigad ja sellistena kindlasti kuuluvad Pargi huviobjektide hulka. Voorte lagedelt avaneb mitmel pool kenasid vaateid pikkadele kitsastele järvedele, mida piiravad järsunõlvilised voored ja nii tekib ka arusaam, millised on geomorfoloogilised põhjused nende järvede eksisteerimiseks. Paraku jälle suhteliselt huvitavat geoloogilist andmestikku välitingimustes näha ei ole ja selle eksponeerimine on keerukas. Seetõttu saab geoloogiat ja järvede ning laiemalt Vooremaa arengut illustreerida pigem infomaterjalide kui konkreetsete eksponaatidega. Enamus



Vooremaa järvede geoloogiat ja arengulugu on uuritud, aga valdav osa uuringutest jäävad möödunud sajandi teise poolde. Uuringute andmeid on publitseeritud paljudes eriala teadusväljaannetes, aga head ülevaatliku ega ka populaarset kokkuvõtet ei ole.



**Joonis 32.** Vooremaa järved (Maa-ameti geoportaal).

Vooremaa järvede areng toimus liustikuvabal perioodil ja sealt tulenevalt on ka nende geoloogiline ehitus suhteliselt sarnane, vaid Kuremaa järve põhjasetted erinevad veidi teistest. Seetõttu esitan järgnevalt nende järvede geoloogilise ehituse kokkuvõtvalt koos viidetega allikatele, kust on võimalik ka konkreetsete järvede kohta andmeid leida. Settimine Vooremaa väikejärvedes algas koheselt liustiku taandumise järel, mil praeguse Saadjärve voorestiku kohale ulatus oma lääneservaga Peipsi jääjärv (Rosentau et al 2004, 2007) (Joon. 29). Liustikuga kontaktis olevas sügavas veekogus settisid peeneteralised kihitatud jääjärvesetted viirsavid, millede paksus Vooremaa järvedes ulatub maksimaalselt 5,6 meetrini Raigastvere järves (Pirrus et al 1987) jäädes mujal alla selle. Viirsavid lasuvad vahetult moreenil kõikides järvistu madalamal hüpsograafilisel tasemel olevates järvedes. Veetaseme järk-järguline alanemine viis üksikute järvede isoleerumiseni. Seda näitavad viirkihiliste setete asendumine massiivse valkjas-halli kuni beeži tooniga peliid-aleuriidiga, mis omakorda lähevad aeglaselt üle massiivseks valkjas-halliks aleuriidiks, mille ülemises osas esineb rikkaliku lehtsambla varrejäanustega intervall. Sellist hilisjääaegsete setete stratigraafiat võib jälgida enamuses Vooremaa järvedes ja nende setete paksus ulatub 1-1,5 m, harvem 2 m-ni (Pirrus ja Rõuk 1988) ning setete vanus näitab, et jääjärvelised tingimused Vooremaa keskosas esinesid veel kuni 14 200 a.t., mil isoleerus näiteks Prossa järv (Kihno et al 2011).

Hilisjääaja setete peal lasuvad kohati üle 10 m paksuseni küündivad pärajääaja (Holotseen) järvesetted. Need on põhiliselt massiivsed pruuni tooniga järvemudad ja lupja sisaldavad järvemudad, milles harvem esineb puhta järvelubja vahekihte. Lubja sisaldus setetes on suur ümbritsevate rikkalikult karbonaate sisaldavate setete tõttu. Suurem lubjasisaldus setetes aga on seotud madalaveeliste perioodidega, mil põhjaveega järve kantud karbonaadid soojemas järvevees kiiresti sadestusid. Järvesetete tänastest järvedest ulatuslikum levik voortevahelistes nõgudes aga näitab järvede aeglast kinnikasvamist ja et tänased järved oma mõõtmetelt on kunagistest tunduvalt väiksemad (Pirrus ja Rõuk 1988). Eespool toodud litoloogiliselt erinevad järvesetete intervallid on ka eri järvede vahel visuaalselt väga kergesti korreleeritavad. Veidi erinevad on vaid Kuremaa järve setted, kus viirsavid puuduvad, sest settimine selles järves algas teistega võrreldes hiljem, ajal mil jääjärv oli juba taandumas.

**Saadjärv** (58° 32' 27" N, 26° 38' 58" E) (27) on voorestikule nime andnud Vooremaa suurim ja sügavaim järv, mis asub Tartu- ja Jõgevamaa piiril. Järve pindala on veidi üle 7 km<sup>2</sup>, järve pikkus on 6 km ja laius 1,8 km. Keskmine sügavus on 8 meetrit, suurim sügavus ulatub 25 meetrini. Saadjärv koosneb kahest osast: kagupool olevast valdavalt liivase, kruusase ja klibuse kaldaga Suurjärvest ja loodepool olevast madalamast ja kitsamast, mudase või turbase kaldaga Tabivere ehk Voldi järvest. Väljavool järvest toimub Mudajõe kaudu Amme jõkke, sealt edasi Emajõkke. Veevahetus toimub 7,7 aasta jooksul ning järvevesi on väga läbipaistev ja hapnikurikas (*Saadjärv*). Saadjärve kaldal Äksis asub Jääaja Keskus, kus saab olema Pargi keskus. Järv ise pakub võimalusi kalastamiseks ja veeturismiga tegelemiseks, ühtlasi on Saadjärves viis Kalevipoja lingukivi, millest kolme on näha, ülejäänud kaks on vee all. Paraku on Saadjärve geoloogiast vähe teada, mis on osaliselt seotud järve suurte mõõtmete ja sügavusega, muutes geoloogilised uuringud aega ja vahendeid nõudvaks. Nende puudumisel võib järvede geoloogia ja arengu põhijooni seletada ka väiksematest järvedest olemasoleva info põhjal.

**Raigastvere järv** (58° 35' 28" N, 26° 39' 20" E) (28) on Lõuna Vooremaa keskosas paiknev 111 ha suurune järv, mis on praeguseks geoloogiliselt paremini läbiuuritud järv Vooremaal (Pirrus 1983; Pirrus, Rõuk ja Liiva 1987, Pirrus ja Rõuk 1988). Hästi väljakujunenud pikkade järsunõlvaliste voorte vahele jäävas nõos paikneva järve pikkus on 3,8 km, suurim laius 0,5 km ja suurim sügavus veidi üle 4 m (Pirrus ja Rõuk 1988). Veesügavus aga ei peegelda järve nõo tegelikku sügavust kuna jääst vabanemise järel on nõgu täitunud rohkem kui 10 m paksuse settekihiga. Moreenil lasuva jääjärvelise viirsavi paksus küündib vähemalt 5,6 m ja nende peal lasuvate hilisjääaegsete peliit-aleuriitsete setete paksus on ligemale 1 m. Pärajääajal settinud järvemuda, mille paksus on 9-10 m on peamiseks järvenõgu täitvaks setteks. Inimtegevusele viitava kultuurkõrreliste õietolm ilmub setetesse umbes 3000 a.t. näidates, et voored kui atraktiivsed elupaigad asustati juba varasel pronksiajal. Sarnaselt Raigastvere järvele on järvesetteid kirjeldatud, biostratigraafiliselt analüüsitud veel Soitsjärves, Elistvere järves, Pikkjärves, Ilmjärves ning Visusi kinnikasvanud järves (Pirrus ja Rõuk 1979, Pirrus, Rõuk ja Liiva 1987; Pirrus ja Rõuk 1988, Kihno et al 2011). Vähem on andmeid Saadjärvest, Kaiavere- ja Kuremaa järvest (Hang jt 2003).

## Kokora-Alatskivi järved

Alatskivi lähedal paiknevad Mustjärv (37), Kuningvere (38) ja Lahepera järved (39) ning Alatskivi paisjärv (40) paiknevad Devoni platoosse lõikunud Pala-Alatskivi ja Naelavere aluspõhjaliste orgude kohal (Joon. 33). Järvede areng on olnud tihedalt seotud Peipsi järve arenguga ning nende säilimise eelduseks on olnud nimetatud orgude sügavamad osad. Sarnaselt Vooremaale oli ka Kokora ümbrus suure Peipsi jääjärve poolt üle ujutatud. Viimase veetaseme alanedes järved isoleerusid, kusjuures Lahepera järv on olnud Peipsi laheks veel ajaloolisel ajal millele viitab ka järve nimi (Mäemets 1977). Järved on ümbritsetud kultuurmaastikega, kaldad osaliselt soostunud, mistõttu juurdepääs järvedele on piiratud. Põhja katab muda, liivaseid randasid/põhja vähe või puudub sootuks (Lahepera). Allikatoitelised järved on keskmiselt 3–5 m sügavused väljaarvatud kinnikasvav Lahepera järv oma 2,4 m keskmise sügavusega (Mäemets 1977). Geoloogiliselt väheuuritud järved, kuid siiski on teada Lahepera järve kuni 9 m paksuse mudakihi head raviomadused (Paap, Veski ja Palu 1981). Pargi huviobjektidena väheväärtuslikud, seostatavad ehk Peipsi järve kui huviobjekti ja/või Alatskivi ümbruse (pärand)kultuuriobjektidega.



Joonis 33. Kokora–Alatskivi järved (Maa-ameti geoportaal).

## Endla järvestu järved

**Endla järv** (58° 51' 38" N, 26° 11' 55" E) (41), Männikjärv (42), Tulijärv (43) ja Sinilaugas (44) (Joon. 34) on kunagise Suur-Endla järve jäänukid. Tänapäevaks on nad tasapisi raugastumas, ometi pakuvad elupaika paljudele elusolenditele ning toovad soomaastikku vaheldust. Madalate turbakallastega veekogusid iseloomustab lopsakas vee- ja kaldataimestik, vesikuppude ja -rooside väljad. Inimene on järvede vananemist kiirendanud nende veetaseme alandades ning tõstes. Endla järv, mis on järvestu suurim, asub looduskaitseala südames ümbritsetuna rabadest. Järve madalal kaldal seisja ei hooa tema tõelist suurust, mida varjavad kuus mineraalmaasaart, arvukad ujuvad saarekesed, õõtsikud ja pillirooväljad. Endla veepeegli pindalaks on 287 ha, tema keskmiseks



sügavuseks on 1,6 m, suurimaks 2,4 (*Endla ja ta sõsarjärved; Endla järv, b*). Oma vesiste heinamaade kuivendamiseks lasi Vaimastvere mõisnik 1872. aastal kaevata 5 kilomeetri pikkuse kanali Endla järvest läbi raba Sinijärve kaudu Põltsamaa jõkke. Kanali süvendamine 1950. aastal alandas veepinda teistkordselt. Selle tagajärjed olid madalaveelisele ja saarterikkale Endlale laastavad. Järve suvine pindala vähenes 70%, paljandunud kaldaalad hakkasid kiiresti taimeestuma. Sinijärvest jäi järele porine nõgu, mille põhjas tehti heina. 1968. aastal ehitati kanalile palkidest tamm, 1997. aastal valmis tugev maakividest pais, mis hoiab veetaset ja pidurdab Endla järve kinnikasvamist. Taastunud Sinijärve pindala on praegu 41,8 ha. Endla järv ning Sinijärv on kalarikkad. Järvedes elavad erakordselt suured järvekarbid (*Endla järv; Endla looduskaitseala, a, b; Endla ja ta sõsarjärved*).



**Joonis 34.** Endla järvistu järved (Maa-ameti geoprtaal).

### Emajõe Suursoo järvistu

Emajõe suudmeala järved paiknevad jõesuudme soostunud madalikul, Peipsi järve tavalisest tasemest vaid veidike kõrgemal (Mäemets 1977). Peipsi veetaseme tõusu korral tungib vesi järvedesse. Emajõest lõuna pool asuvad Kalli järv, sellest veelgi 2 km lõuna pool Leego järv (45) ja Soitsjärv (Soitsejärv) (46), Kalli järve (47) ja Peipsi (24) vahel on Kalli Umb- ehk Munajärv (ka Äijärv) (48) (Joon. 35). Järvi ümbritsevad laialdased jõhvikasood – läänes Ahja jõeni ulatuv Suursoo, Kalli järvest ida pool Peipsini ulatuv raba. Kevadise suurvee ajal moodustavad järved Peipsiga ühise veevälja. Nende järvede geoloogia ja kujunemise kohta on vähe andmeid. Nende tänase ilme näol on tegemist tüüpiliste turbaste kallastega soojärvedega. Vaid suurematel Kalli ja Leegu järvedel on lühikesed rannalõigud mineraalpinnases (Mäemets 1977). Suursoo turba paksuse suured muutused tulenevad aluspinna ebaühtlusest, mida ilmestavad kokku 116 erineva suurusega mineraalsaart (Loopmann 1964; Allikvee jt 1980; Orru 1995). Aluspinna madalamates lohkudes aga hakkasid Peipsi veetaseme tõusuga koos kujunema Kalli ja Leego järved (Loopmann 1964).



Eelneva Peipsi väga madala veeseisu ajal Holotseeni alguses (Hang et al 2008) olid ka need madala järvenõod kuivad ja seal toimus rabaturba kuhjumine mida näitavad vastavalt 1,3 ja 0,5 m paksused turbakihid järvesetete all (Allikvee jt 1980). Suursoo turbakihi kasvades on ka järvede mõõtmel kahanenud ning mineraalset kaldajoont sälinud vaid lühikestel lõikudel. Loodusobjektidena järved erilist väärtust/potentsiaali ei oma või kui siis soomaastike mitmekesisuse ilmetajana. Pigem seisneb nende väärtus veeturismis, järved on omavahel ühendatud jõgedega. Juurdepääs järvedele on valdavalt veetransporti kasutades, Leego järveni viib ka tee. Väiksemate järvede kallastel peatuspaigad puuduvad, Kalli ja Leego kaldail võib leida ka peatumiseks sobivaid alasid.



**Joonis 35.** Emajõe Suursoo järved (Maa-ameti geoportaal).

### 3.2.1.6 Söllid

Saadjärve voorestiku voorte lagedel leidub mitmel pool väikese läbimõõduga aga tihti sügavaid sulglohe (söll ehk kohaliku nimega oit), milledest enamus on nüüdisajaks täitunud turbaga. Need on glatsiokarstilise tekkega ehk jääaja lõpul setetesse mattunud jääpanga sulamisel tekkinud negatiivsed pinnavormid. Nende täitumine turbaga või säilimine lohkudena on sõltunud väga lokaalsetest geoloogilistest tingimustest. Nii on vett halvastijuhtiva moreeni esinemisel tekkivad liigniisked tingimused soodustanud turba tekkimist, kruusastel setetel on aga liigniisked tingimused ajutised ning esialgse lohu põhja katavad nõlva/deluviaalsed setted. Laiuse voore üks suuremaid sulglohe, **Siniallika oit** (58°46'37"N, 26°28'57"E) (49), on palünoloogiliselt ja geoloogiliselt võrdlemisi hästi läbi uuritud (*Sinialliku söll*). Siniallika oit on veidi pikliku kujuga, 1,1 ha suurune madal soo, mille keskosa on oma arengus jõudnud siirdesoo staadiumisse. Sookese keskel paikneb ka hästi tuntud Siniallikas. Sulglohk ise on üsna järskude veerudega, 12-13 m sügav ja täitunud turbaga, mille paksus ulatub 11,6 m. Turba all on õhuke kiht aleuriiti, mis omakorda lasub moreenil (Pirrus jt 1987). Õietolmuanalüüs ja vanusemäärangud lubavad arvata, et sulglohu moodustumine toimus Holotseeni alguses ja turba ladestumine algas juba 9060 14C a.t. (kalibreerimata vanus, Tln-

619). Kultuurkõrreliste esinemine õietolmudiagrammis lubab arvata, et Laiuse voor oli asustatud juba vähemalt 2500 aastat tagasi (Pirrus ja Rõuk 1988).

Samas Laiuse voorel Vilina külas paiknev **Jaani oit (50)** on kuiv oit, milles vesi püsib vaid kevadeti lumesulamise ajal kuni maapind sulab. Selle põhjas katab kruusa lehtsambla jäanuseid sisaldav aleuriidikiht, millel omakorda kuni 3 m paksuselt lasub deluviaalmulla kiht (Pirrus ja Rõuk 1988). Õietolmu ja vanuse määrangud näitavad, et lohu kujunemine toimus umbes samal ajal Siniallika sulglohuga. Siin aga püsis jääpangas ilmselt kauem, takistades vee imbumist kruusastesse setetesse ja põhjustades väiksema järve kujunemist, kus settisid lehtsamblaid sisaldavad aleuriitsed setted. Kui aga jääpangas lõplikult sulas, siis valgus vesi lamavatesse kruusadesse ja oit kuivas ning kattus taimestikuga. Deluviaalsete setete kuhjumist aga seostavad uurijad juba inimtegevuse algusega, ilmselt aleviljelusega lohu ümbruses, mis põhjustas intensiivsemat erosiooni ja deluviaalsetete kandumist lohu põhja. Siin aga puuduvad täpsemad vanusemäärangud. Kokkuvõtvalt näitavad soo- ja järvesetete uuringud Saadjärve voorestikus, et kindlad jäljed inimtegevusest ulatuvad 7.-8. sajandisse e.m.a ehk umbes 10 000 a.t. Hoogsam maaviljelus, mis on setetesse ka rohkem jälgi jätnud, algas aga meie ajaarvamise esimesel sajandil (Pirrus 1983; Pirrus ja Rõuk 1988).

**Kanahaua sulglohk** (58°14'59"N, 26°24'30"E) (**51**) jääb Kagu-Eesti lavamaa koosseisu. Sulglohu sügavus ulatub 25 meetrini ja laius 250 meetrini, olles oma mõõtmetelt Eesti suurim glatsiaalsete protsesside tulemusel tekkinud sulglohk. Iseloomult on tegu oruga, mille veerud, terrassid ja põhi on osaliselt metsastunud, lohu põhjas on 0,1 ha pindalaga väike madalsoon (*"Kanahaua maastikukaitseala..."*). Kanahaua sulglohk on kaitse all 1964. aastast. Sõll on tekkinud liustikujää mattunud panga sulamisel liustikusetetes (peamiselt moreenis) hilisjäääjal ja on glatsiokarstilise päritoluga (*Kanahaua sulglohk*).

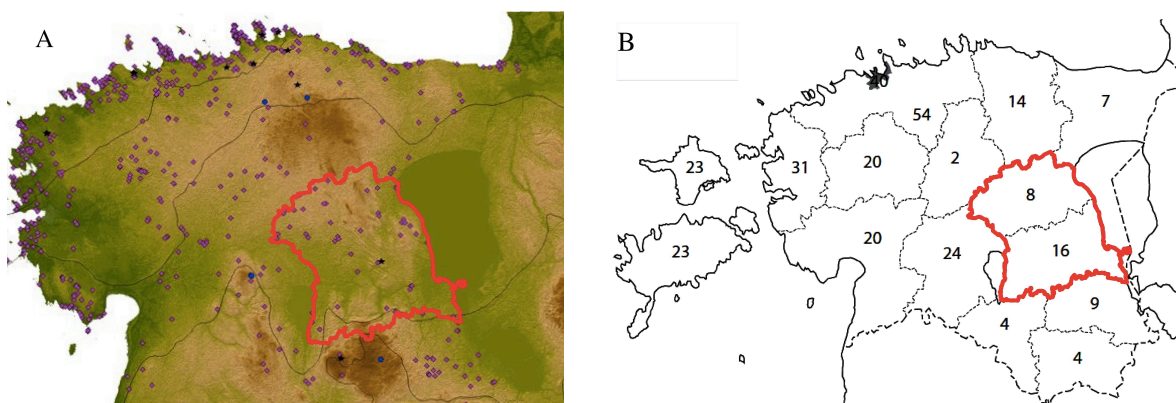
### 3.2.1.7 Rändrahnud

Arvukad maapinnal lebavad kivid on laiemalt Eesti ja ka Pargi maastike lahutamatud osad. Kui väiksemaid neist on inimesed tihti nende algsest paiknemisest kõrvale nihutanud, siis suuremad, mis inimjõule ei allu, on jäänud maastikele alles ja on paelunud inimeste tähelepanu sajandeid ning on seega rikkalike rahvapärismuste allikaiks. Kohalikust aluspõhjast pärit lubjakivide kõrval eristuvad selgesti kristalsed kivid, mis pärinevad Skandinaaviast ja mida nimetatakse seetõttu rändkivideks. Nendest kogukamaid, läbimõõduga üle 1 m, nimetatakse rändrahnudeks, hiidrahnudeks aga nimetatakse kive, mille ümbermõõt ületab 25 m (Pirrus 2009).

Rändrahnud on Eesti alale liigutatud mandrijää poolt. Kuigi rändrahn leidub kogu jäätumisalal, siis Eestis, olles Skandinaavias paiknenud jäätumiskeskusele lähedal, on ka rändrahnude hulk ja nende mõõtmed märkimisväärsed. Eesti paesel aluspinnal paiknevad rändrahnud olid juba rohkem kui sajand tagasi olulised üldise jäätumisteooria kinnistumisel ja on sealt alates leidnud ka suurt teaduslikku tähelepanu. Seetõttu on rändrahnud Eestis väga hästi kaardistatud ja andmed 1800 rahnu kohta talletatud Eesti ürglooduse raamatu andmebaasis ning silmatorkavamad rahnud on ka looduskaitse alla võetud, sealhulgas 24 tükki Pargi territooriumil (Joon. 36). Kuigi üldistatult tungis

viimane mandriliustik Eesti alale loode suunast, siis liustik plastse kehana liigub paljude voolude ja keeltena, mille suund eri piirkondades muutub. Seetõttu on ka rändrahnud pärit Skandinaavia ja Läänemere nõo eri piirkondadest, mis seletab nende kivimilise koostise erinevusi. Rändrahnude mõõtmete ja atraktiivsuse kõrval on Pargi ideed silmas pidades oluline ka nende rahnude määramine, et mõista nende kujunemist ja päritolu ning laiemalt Maa geoloogilist minevikku. Rändrahnud koos rändkividega on huviväärsused, mida on võimalik teatud punktidesse koondada ja eksponeerida koos vajaliku ja huvitava infoga üheks oluliseks huviobjektiks Pargis.

Rändrahnude laialdase leviku tõttu Pargi territooriumil ei saa neid antud töös kõikihõlmavalt käsitleda ja valikusse on jäetud looduskaitsealused ränd- ja hiidrahnud. Nagu öeldud on Pargi alal looduskaitsealuseid rändrahne kokku 24 (Joon. 36).



**Joonis 36.** Kaitstavate rändrahnude levik Eestis, sh Pargi alal (A) ja looduskaitsealuste rändrahnude hulk Eesti maakondades (B). Pargi alale jääb kaitstavaid üksikrahne 24 (Pirrus 2009).

## Hiidrahnud

Hiidrahn on Pargi alal kolm: Luunja (Kikaste) Suurkivi, Laanekivi ja Pollikivi (Sookalduse Suurkivi), kõik kolm on koostiselt rabakivid ja asuvad Tartumaal (Joon. 37). Jõgeva maakonnas hiidrahnusid ei ole.

**Luunja Suurkivi (Kikaste Suurkivi)** (58°22'56"N, 27°2'1"E) (52) asub eramaal Suurekivi maaüksusel, Kikaste külas, Luunja vallas, Tartumaal, Luunja-Kavastu-Koosa teest 175 m lõunas. Hiidrahn on koostiselt rabakivi. Rahnu mõõtmete kohta on erinevad andmed. Viiding (1986) järgi on kivi ümbermõõduks 28 m (pikkus 8,9 m; laius 7,0 m) ja kõrgus 2,4 m. Hiljem on Pirrus (2009) mõõtnud rahnu ümbermõõduks 26,7 m (pikkus 10,5 m; laius 8,2 m) ja kõrguseks kuni 2,3 m. Kivi maapealse osa mahuks hinnatakse arvutuslikult üle 100 m<sup>3</sup> (Suuroja, K. ja Suuroja, M. 2008).

**Tõruvere Laanekivi (Laanekivi)** (58°38'4"N, 27°5'13"E) (53) asub Tartu maakonnas Alatskivi vallas Alatskivilt 5 km loodes Alatskivi-Kokora maanteel paiknevast Tõruvere teeristist umbes 500 m põhja pool, põllu ja lepiku piiril. Kivi on külateelt hästi näha ja see on hõlpsasti ligipääsetav. Rahnu loetakse Kalevipoja lingukiviks. Kalevipoeg olla loopinud Kodavere rannas hunt, kes

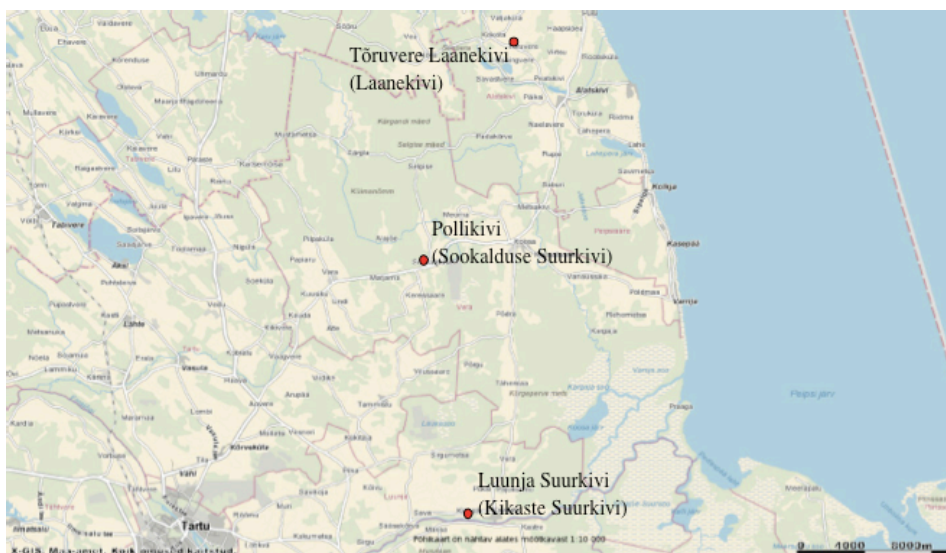
Alatskivil ta hobuse oli murdnud. Kõige suurem kivi lennanudki Tõruvere laande (*Laanekivi=Tõruvere...*). Alatskivi ümbrus on rändrahnude rikas, neist kolm on tuntud ka Kalevipoja viskekividena: Tõruvere Laanekivi, Kõdesi rahn ja Sadulakivi (Suuroja, K. ja Suuroja, M. 2008). Laanekivi on korrapärase pöhiplaani, veidi piklik ja püstiste külgedega rahn. Kaguküljel alusel laienev, edelaküljel on rahn püstise külgega. Suur osa rahnust paikneb maa sees. Kivi on laiguliselt sammaldunud ja rohke samblakatte all (*Laanekivi=Tõruvere...*). Tõruvere Laanekivi on koostiselt rabakivi ning see on looduskaitse all. Hiidrahn ümbermõõt on 25,0 m (laius 7,6 m; pikkus 6,0 m) ja kõrgus 2,8 m (Viiding 1986). Tartu KKT (2000) andmetel on rahnu ümbermõõt 24,5 m, pikkus 6,8 m ja kõrgus 2,8 m. Kivi maapealse osa maht on umbes 90 m<sup>3</sup>, kuid suur osa kivist jääb maa alla (Suuroja, K. ja Suuroja, M. 2008).

**Pollikivi (Polli Suurkivi, Sookalduse Suurkivi)** (58°31'15"N, 26°58'51"E) (54) asub Vara vallas Sookalduse küla serval Polli talu maadel, metsas magistraalkraavi ääres ja on mahult Tartumaa kolmas rändrahn. Hiidrahnuni jõudmiseks tuleb Tartu–Jõhvi maantee 20. kilomeetrilt Sookalduse külast pöörata vasakule Selgise suunas, selle tee 2. kilomeetril paarsada meetrit teest vasakul asubki Pollikivi (Suuroja, K. ja Suuroja, M. 2008). On raskesti leitav ja ligipääsetav. Parim juurdepääs on Sookalduse bussipeatusest, siirdudes sealt Selgisele viivat kruusateed mööda 600 m kuni metsapiirini, sealt piki metsaäärt läände kulgevat rada jalgsi veel ca 600 m. Rada ristub magistraalkraaviga, mille betoonpurdest umbes 10 m põhja pool tihedas võsarindes Pollikivi asubki (*Pollikivi=Sookalduse rahn*).

Sarnaselt Luunja Suurkivile ja Laanekivile, on ka Pollikivi looduskaitse all ja koostiselt rabakivi. Hiidrahn on püstiste külgedega, pealt tasase laega, mis madaldub 30° nurga all loodesse. Rahnule tõusmiseks tuleb kasutada redelit või muud abivahendit. Rahn on pindmiselt murenev ja kooruv, laiguti sammaldunud, sellel kasvab rohttaimi ja kaks pihlakapuhmast. Teadaolevalt on seal varem kasvanud ka puid. Rahn on kallutatud tahuka kujuline, kinnislõhedega, neist mõned kujundavad laepinna ja lõhesid järgib ka rohtunud võõnd Pollikivi lääneküljel. (*Pollikivi=Sookalduse rahn*).

Pollikivi on looduskaitse all 1938. aastast ja esimesed mõõtmised seal viis läbi C.Grewingk juba 1874.a. Rahnu peetakse üheks Kalevipoja lingukiviks. Rahnu nimetus pärineb endise Polli talu nimest, mille maadel ta asus.

Rahnul kasvanud suurt kuuske tabas välg, mis ka kuni 1,5m kivitükke laiali paiskas (*Pollikivi=Sookalduse rahn*). Viidingu (1986) kohaselt on Pollikivi ümbermõõt 29,0 m (pikkus 10,3 m; laius 5,4 m) ja kõrgus 4,3 m. Tartu KKT (2000) järgi on rahnu ümbermõõt 27,6 m (pikkus 9 m; laius 5,2 m) ja kõrgus 3,4 m. Pollikivi maapealse osa maht on arvutuslikult umbes 150 m<sup>3</sup> (Suuroja 2008).





**Mäkaste ohvrikivi** (58°36'58"N, 26°58'6"E) **(60)** asub Jõgevamaal Pala vallas Nõva külas Mäkaste karjafarmi lähedal paikneval põllul (Suuroja 2008). Tegemist on rabakivist rändrahnuga, mille übermõõt on 25,3 m (pikkus 9,0 m; laius 5,3 m) ja kõrgus kuni 1,3 m (Viiding 1986). Rahnu maapealse osa maht ulatub umbes 35 m<sup>3</sup>.

**Pärsikivi** (58°40'22"N, 27°9'18"E) **(61)** on Tartu maakonnas Alatskivi vallas Kallaste linna loodepiiril asuv rändrahn, mis on koostiselt pegmatiit übermõõduga 16 m ja kõrgusega 2 m (Eilart jt 1965). Rahn on põdsastesse kasvanud, nähtav vaid kõrgepingeliini trassi poolt. Raskesti leitav ja ligipääsetav (*Pärsikivi*). Pirruse (2003) järgi on rahnu kõrguseks 1,7 m ja übermõõduks 16,0 m.

**Ruskavere pegmatiittrahn** (58°45'29"N, 26°52'31"E) **(62)** asub Jõgevamaal Saare vallas Ruskavere küla idapiiril. Eemalt pole nähtav, kuid lihtsast ligipääsetav. Nagu nimigi vihjab on tegemist koostiselt pegmatiitse rahnuga, mis oma kujult on püramiidjas, konarliku pealispinna ja laiguti sammaldunud. Asub peaegu maapinnal, küljed püstised, lääneküljel rohkesti lõhesid (*Ruskavere pegmatiidirahn*). Rahnu kõrgus Pirruse (2003) järgi on 3,4 m ja übermõõt 17,7 m.

**Saadjärve rändrahnud**. Viis rändrahn, mis on seotud Kalevipoja ja ta vendade kiviviskamise muistendiga (Saksing 2007). Tuntuim neist on **Kalevipoja lingukivi (Ohvrikivi)** (58°31'29"N, 26°40'26"E) **(63)**, mille übermõõt on 13,2 m ja kõrgus 1,6 m (Pirrus 2003). Rändrahn asetseb Saadjärve kaldal Saadjärve endise mõisapargi kohal pooleldi vees (Saksing 2007). Teine Kalevipoja lingukivi, **Saadjärve Suurkivi** (58°31'60"N, 26°41'37"E) **(64)** asub Saadjärve idakaldal veepiiril Saadjärve parkmetsa kohal. Rahn on hõlpsasti leitav ja ligipääsetav piki randa viivat rada (*Saadjärve Suurkivi=Kalevipoja Lingukivi*). Suurkivi übermõõt on 13,8 m ja kõrgus 2 m (Pirrus 2003). Kolmas kivi on **Vanema venna kivi (65)**, mis lamab Saadjärve põhjas. Selle rahnu täpsed mõõtmed ja asupaik on kaardistamata ning rahn ei ole looduskaitse all. Neljas, **Keskmise venna kivi** (58°31'58"N, 26°41'37"E) **(66)** asub Saadjärve lõunakaldal kümnekond meetrit veepiirist nn Somba nukas. Rahnu übermõõt on 11,7 m ja maksimaalne kõrgus 2,4 m. Viies kivi on **Noorima venna kivi** jäänuk (58°32'33"N, 26°41'1"E) **(67)** asub Saadjärve lõunaotsa lähedal, Äksi-Kukulinna maantee ääres. Hõlpsasti ligipääsetav, kuid vaevu märgatav. Rahnu übermõõt on 18 m ning kõrgus vaid 0,8 m (Pirrus 2003). Ei ole looduskaitse all nagu ka Vanema venna kivi, kuid mõlemad omavad tähtsust Saadjärves ja selle ümbruses paiknevates Kalevipoja kivide muistendis.

**Vedu nõiakivi** (58°30'29"N, 26°46'39"E) **(68)** Amme jõest põhja pool, Vedu küla lähisel asuv rändrahn, mille übermõõt on 11,4 m ja kõrgus 3,5 m (Viiding 1986). Teistel andmeil on Vedu nõiakivi übermõõduks 10,42 m ja kõrguseks 3 m. Koostiselt on tegemist rabakiviga, mis oma kujult meenutab alumises osas ahenevat püstist risttahukat (*Vedu Nõiarahn=Tõllakivi*).

### 3.2.2 Vooluvee tekkelised ehk fluviaalsed pinnavormid

#### Jõeorud

Suurimad Pargi alale jäävad jõed kuuluvad Peipsi järve-Narva jõe vesikonda, pindalaga 16187 km<sup>2</sup>. (*Eesti vesikonnad*). Pikimad Pargi territooriumi läbivad jõed on Põltsamaa (135 km), Pedja (122

km), Ahja (102 km) ja Suur-Emajõgi (101 km). Suurimad järved on Peipsi järv (3555 km<sup>2</sup>, sh Eestis 1529 km<sup>2</sup>), Võrtsjärv (270 km<sup>2</sup>) ja Saadjärv (7,1 km<sup>2</sup>). Pargi piiresse jäävad järved kuuluvad valdavalt Kõrg-Eesti eutroofsete järvede valdkonda (*Siseveed. Eesti loodusgeograafia*).

Lisaks käsitletud järvedele on Pargi hüdrograafilise võrgu oluliseks osaks ka jõed. Jõgedevõrk on suhteliselt hõre ning enamus jõgesid on väikesed. Suuremad jõed, millel esineb ka märkimisväärsed orgu on Emajõgi (ka Suur-Emajõgi), Ahja, Põltsamaa, Pedja, Amme ja Omedu jõgi. Pargi idee seisukohalt silmatorkavaid orge/orulõike on vähe, valdavalt seisneb jõgede tähtsus loodus- ja eelkõige veeturismi, samuti nende rekreatiivses potentsiaalis. Jõgede hüdroloogiast on vajadusel võimalik ülevaateid leida näiteks Keskkonnaseire kodulehelt aruannete alt ja Eesti Meteoroloogia- ja Hüdroloogia Instituudi kodulehelt. Pargi seisukohalt on tähtsad jõgede geoloogilis-geomorfoloogiliste jälgede ehk orgude olemasolu, nende iseloom ja võimalike paljandite esinemine oru veerudel. Nendest seisukohtadest omavad tähtsust vaid Emajõgi, potentsiaalselt ka Ahja oma Pargiga piirnevatel lõikudel.

**Emajõgi (69)** on mitmes suhtes põnev jõgi, olles Eestis veerohkuselt teisel ja pikkuselt (100 km) seitsmendal kohal. Tema geoloogilise tegevuse seisukohalt on aga tähtis see, et märkimisväärsel pikkuse ja vooluhulga juures on Emajõe langus vaid umbes 3,5 m. See põhjustab väga aeglast voolu mistõttu on Emajõe säng domineeriva küljeerosiooni tõttu väga meandreeruv (*Emajõgi*). Kuid juba põgus pilk kaardile näitab, et Emajõgi ei voola kogu ulatuses sarnastes tingimustes, vaid väga meandreeruvad jõelõigud vahelduvad suhteliselt sirgetega ning jõega piirnevad ulatuslikud soolad vahelduvad haritud maade ja linnamaastikega. Eriilmelised lõigud on välja kujunenud pikaajalise geoloogilise arengu käigus.

Esmased loodusteaduslikud ülevaated Emajõe ja selle lähiümbruse kohta olid paljus hüdrooloogilised, pöörates suurt tähelepanu üleujutusprobleemidele (kokkuvõtvalt Ritsberg jt 2005). 1923. ja 1925. a valmisid Sisewete Bürool Emajõe sängi põhja mõõdistus ja sängi ümbruse topograafilised kaardid (Sisewete Büroo..., 1923; Sisewete Büroo..., 1925). Sarnase mõõdistuse on hiljuti (2011) läbi viinud ka Veeteede Amet ja tulemused on kättesaadavad nii digitaalselt kui ka paberkandjal (Veeteede Amet 2004; Maa-ameti merekaardirakendus). Karl Orviku (1941) on esitanud ülevaate Emajõe süvendustööde ajal avanenud geoloogilisest andmestikust ning Tartu linna hüdrogeoloogiast (Orviku, 1946), millede kokkuvõttena kirjeldas ta Emajõe oru geoloogilist arengut (Orviku, 1953). Tema ettekujutuses pidi Emajõe oru kujunemine toimuma enne viimast jäätumist, sest sellest ajast pärinevat moreeni esineb aluspõhjalise oru põhjas. Viimase jäätumise lõppfaasis oli Ürg-Peipsil läänesuunaline väljavool piki Emajõe orgu Ürg-Võrtsjärve, sealt omakorda lõunasse mööda Väikese Emajõe orgu ning läände Viljandi oru kaudu. Hilisema voolusuundade muutumise põhjustas peamiselt kohalike jääjärvede veepinna alanemine ja järvenõgude ebaühtlane kerkimine, mistõttu veetase Võrtsjärve nõos kerkis kõrgemale Peipsi nõos paiknenud veekogu veetasemest (Orviku 1953). Emajõe oru geoloogilise ehituse kohta on enim andmeid saadud keskmisemõõtkavalisel geoloogilisel kaardistamisel (Kajak ja Kajak 1963). Väga detailseks tööks on J. Ristkoki (1969) uuring Emajõe sootide kalanduse kohta, milles kirjeldati ka sootide morfoloogiat ning mille andmetele toetudes süvendati mitmeid soote koelmuteks (Ilomets jt

1987). Eeltoodud andmeid on süstematiseerinud ja üldistanud K. Ritsberg (Ritsberg 2004; Ritsberg jt. 2005). Põhjaliku geoloogilise ja geomorfoloogilise kirjelduse kokkuvõttes mainib ta, et kokkuvõtvalt on Emajõel võimalik eristada kolme erineva geoloogilise ehitusega orulõiku:

1) Emajõe ülemjooksul (lähtest Kärevereni) on jõesäng madalate kallastega ja lookleb ulatuslikul soosalal. Orgu kui sellist ei eksisteeri. Devoni Narva lademel lasuvad varieeruva paksusega glatsiaalsed, järvelised ja jõesetted, mida lammil katab turvas.

2) Emajõe keskjooksul (Käreverest Kavastuni) on Emajõe säng kitsas ja suuremate loogeteta, paiknedes nüüdisreljeefis selgelt eristuv asus. Aluspõhjaks on Devoni Aruküla lade. Kvaternaari setteid on ülemjooksuga võrreldes palju õhemalt ning need on esindatud valdavalt moreeni ja alluviaalsete setetega.

3) Emajõe alamjooksu (Kavastust Peipsi järve suubumiseni) kohta on geoloogilisi andmeid vähe. Jõgi on siin meandreev ja jaguneb kaheks haruks. Soosetted on väga paksud ning pinnakate lasub Devoni Aruküla lademe liivakividel

Pargi huviobjektina ei ole Emajõe orus kindlaid punkte, mida külastada, küll aga on eriilmelisi jõelõike, kus on võimalik koondada erinevad loodushuvid – botaanika ja linnuvaatlus soosaladel, kus on lisaks ka väga meandreev jõgi, mis on sobilik veespordiks. Selgeilmelise oruga keskjooksuosa saab Emajõega seonduvat kindlasti siduda Tartuga, kus esinevad inimtekkelised Devoni paljandid või kasvõi Tartu enda asendi seletamisel, sest kindlasti ei olnud asustuse tekkimine Emajõe kõige kitsamas ja oru sügavamas lõigus juhuslik.

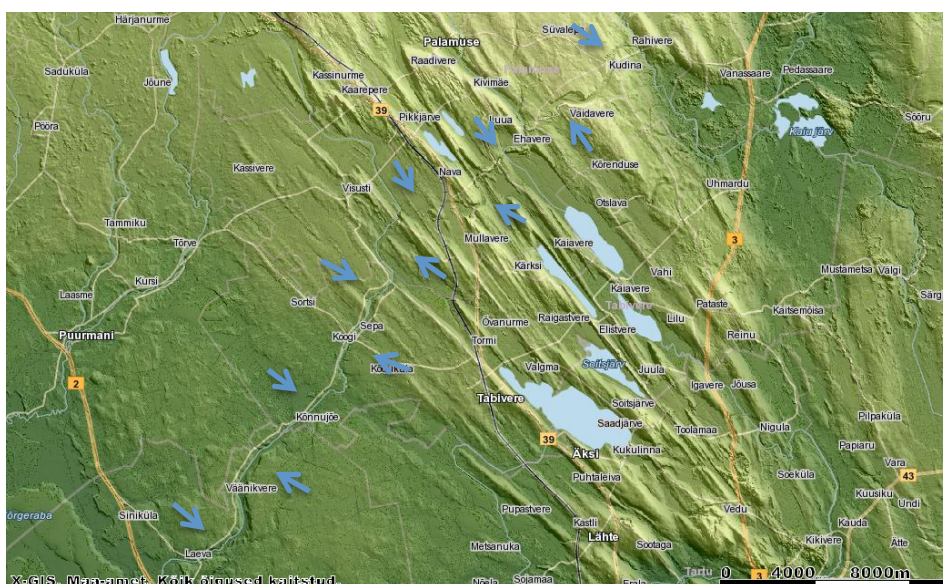
Emajõe suurimaks lisajõeks on **Ahja jõgi (70)**. Ahja jõe oru ülem- ja keskjooksuosad on tuntud seal esinevate lausa püstloodsete oruveerude tõttu. Need kuni paarikümne meetri kõrgused kollaka kuni lillatoonilise liivakivi paljandid (kohaliku nimega “pae”) on kujunenud sängi põrkeveerul, kus need jõe kulutuse tõttu püsivad püstloodsete paljanditena (*Ahja jõe ürgoru maastikukaitseala*). Paraku jääb Pargi territooriumile Ahja jõest vaid lühike, paljuski soiste kallastega aga laevatatav alamjooksuosa, kus see siis suubub Emajõkke 9 km enne Emajõe suubumist Peipsisse (*Ahja jõgi*). Seega Pargi eesmärke silmas pidades erilist geoloogilist vaatamisväärsust jõgi ei oma, küll aga ei jää maalilisemad ja ka geoloogia seisukohalt põnevad jõelõigud Pargist kuigi kaugemale.

Seega kokkuvõtteks võib öelda, et geoloogia ja geomorfoloogia seisukohalt on põnevaid orge Pargi territooriumil vaid üks – Emajõe org, millega tutvumist saab siduda erinevate loodusobjektide või turismimarsruutidega. Samuti on väiksemate jõgede põhiline väärtus nende kasutatavuses eelkõige veeturismi ja rekreatiivsetel eesmärkidel.

## Läbimurdeorud

Lisaks jõeorgudele on maastike ja hüdrograafilise võrgu arengu seisukohalt olulised ka kunagised aktiivse voolu tekitatud läbimurde orud ja erosioonilised uhtorud ehk ovraagid. Üks sellistest põikorgudest läbib kirde-edelasuunaliselt Vooremaa põhjaosa. Kui üldiselt on Vooremaa aktiivse liustiku pinnamoes näha selgelt loode-kagusuunalist pinnavormide orientatsiooni, mis vastab liustiku liikumissuunale, siis selle Rahiverest algava, mitmeid suuremaid voori (näiteks Ebavere,

Nava) ristisuunas läbiva ja ebamäärasena isegi kuni Laevani ulatava oru kujunemine ei ole üheselt selge (Joon. 38). Võimalike hüpoteesidena on arutletud erinevaid võimalusi. Näiteks Peipsi nõos ja Võrtsjärve nõos paiknenud jääjärvede veetaseme erinevuse tõttu tekkinud voolu, mille tagajärjel kujunes kitsas ja järsuveeruline uhtorg. Oru kujunemist on seotud ka marginaalsete tingimustega liustikuserva ees, mis aga räägib vastu tänasele ettekujutusele jääjärvede arengust (vt Peipsi ptk). Protsess, mille kohta on raskem tõendavaid andmeid leida, on seotud jääaluste tingimustega. Nimelt on hüdroloogilised tingimused liustiku sees ja all väga keerukad ja tingimustes, kus liustiku all olev pinnas on külmunud või juhib halvasti vett, võib liustiku all esineda ka surveist sulavett, mille liikumine ei sõltu enam raskusjõust ega liustiku liikumisest. Suure surve all võib see liikuda ka reljeefi üldisele kallakusele vastusuunas või puhandada juba kujunenud või kujunemas olevaid radiaalseid pinnavorme. Seega on kõnealuse oru täpsem genees veel teadmata, kuid tegu on Vooremaa pinnamoe ja selle kujunemise põneva probleemiga. Üksikobjektina sellel olulist väärtust ei ole, aga Nava voore ja Ebavere vahelisel alal saab nimetatud oruga ka suhteliselt kerge vaevaga tutvuda.



**Joonis 38.** Rahiverest Laevani ulatuv läbimurdeorg Pargi territooriumil (Maa-ameti geoportaal).

Mitmesaja meetri pikkused ja kohati kuni paarikümne meetri sügavused järsuveerulised ajutise vooluvee uuristused on ka Pargi pinnamoes leitavad ja esinevad tavaliselt suurte ürgorgude näiteks Kavilda, Tatra, Elva jt veerudel. Suurim väärtus on neil ehk loodushariduse seisukohalt ja kindlasti saab neid kui üksikobjekte seostada õppe- ja matkaradade ja/või marsruutidega

### **3.2.3 Lainetuse ehk abrasioonilised pinnavormid**

Lainetus on universaalne rannikuid mõjutav tegur, kuid selle mõju on märgatav vaid suurte veekogude randadel. Nii on Pargi territooriumil lainetuse kulutav mõju märkimisväärne vaid Peipsi rannikul Kallaste ümbruses ning lainetest tingitud settetransport märkimisväärne Piirissaarel ja Pargiga piirneval Peipsi põhjarannikul. Kallaste ümbruses on tegemist tüüpilise kulutusrandlaga,

mille tekkimise eelduseks on olnud Devoni platoolt laskuv järsk rannanõlv. Randa jõudev lainetus kulutab järsu rannanõlva veepiiri lähedale jäävat osa nii, et veepiirist kõrgemal kujuneb järsak, mis järk-järgulise varisemise tõttu nihkub aeglaselt maismaa suunas. Järsak püsib seni, kuni lainetus ulatub astangu jalamit kulutama. Pika aja jooksul kujuneb rannajärsaku taandudes selle ette madalaveeline osa ehk murrutuslava, kus randa liikuvad lained kaotavad oma energiat ja teatud tingimustes enam astangu jalamit kulutada ei suuda. Sellisel juhul muutub astang varisemise tõttu laugemaks ning kattub aja jooksul taimestikuga ning rannaastangu või panga areng saab uuesti elavneda vaid veekogu veetaseme tõusu tagajärjel. Sarnane areng on toimunud ka Kallaste panga puhul (Joon. 39). Nii on tänase Kallaste panga jalami ees 100-150 m laiune madalveeline murrutuslava, mille järvepoolses servas on teine astang, kus vesi järsult sügavneb. Panga nendel lõikudel, kus pinnakatteks olevast moreenist on välja pestud suured rahnud, mis palistavad panga jalamit, on ka pank lainetuse eest kaitstud ja need lõigud on taganenud aeglasemalt, mida tunnistab nende ulatumine kaugemale järve suunas. Panga kaitsmata lõigud aga püsivad järskudena ja nihkuvad kulutuse tõttu aeglaselt Kallaste linna suunas. Kallaste pank on kahtlemata Pargi üks olulisemaid huviobjekte ja lisaks selle geoloogilisele väärtusele ja avatusele on seal loodushariduse seisukohalt oluline tutvustada ka rannaprotsesside olemust. Eriti on seda võimalik teha võrdluses kõrvalasuvate rannalõikudega, kus on tegemist lauge rannanõlvaga, kus lainete tegevus piirneb setete liigutamisega (püsiv liivade lääne-idasuunaline liikumine järve põhjarannikul), harvem nende kuhjamisega näiteks Piirissaare ümbruse maasääred.



**Joonis 39.** Kallaste paljand  
(Foto: Gennadi Baranov).

#### ***3.2.4 Organogeensed pinnavormid ja setted***

Sootasandikud ehk sood on laiemalt Eesti aga ka planeeritava Pargi maastike oluline osa. Soo on iseloomuliku taimkattega püsivalt märg ala, kus alalise veerohkuse ja hapnikuvaeguse tõttu jääb osa



orgaanilist ainet lagundamata ning ladestub turbana (Valk 1988). Eesti oludes on soode kujunemise oluliseks eelduseks kliima, kus sademete hulk ületab aurumise ja nii jääb hulk vett kauaks maapinda. Teatud piirkondadesse vee kogunemise ja säilimise määrab reljeef ja pinnaseomadused aga ka taimkate või vahel ka selle hävimine. Nii on soodsamad tingimused soostumiseks reljeefi madalamates osades, kus äravool on takistatud näiteks voortevahelistes nõgudes. Väga tähtis on ka pinnase veejuhtivus ehk vee läbilaskmise võime. Nii on ühtlaselt peeneteralistes savikates setetes märja keskkonna kujunemiseks ja soostumiseks paremad eeldused kui liiva- ja kruusapinnastes. Siiski võib kõrge põhjavee taseme juures ka sõmeral pinnasel alata soostumine. Laias vaates toimub soode kujunemine kas maismaa soostumisel või veekogude kinnikasvamisel. Looduslike tingimuste muutumisel (taimkatte hävimine, põhjavee taseme tõus jms) võib aga ka varem kuival alal alata soostumine. 2/3 Eesti soodest on tekkinud maismaa soostumisel. Soodte tekkimist ja arengut peegeldab turba iseloom. Turbaks nimetatakse sootaimede surnud osade poollagunenud massi, mille tekkimise eelduseks on märg ja hapnikuvaene keskkond (Valk 2005). Kui tegemist on veekogu kinnikasvamisel kujunenud sooga, siis leidub turba all järvemuda kiht. Maismaalise soostumise korral lasub turbakiht vahetult mineraalpinnasel. Taimejäänused, millest turvas koosneb, peegeldavad aga soo arengut, mis tavaliselt toimub madalsoost läbi siirdesoo staadiumi kõrgsooks ehk rabaks. Kõiki neid arengustaadiume iseloomustab erinev taimekooslus. Turba akumulatsiooni tagajärjel ühelt poolt soo pind kerkib, teisalt aga takistuste puudumisel soo laieneb ka ümbritsevale mineraalpinnasele. Reljeefist tingituna ei tarvitse kõrgsoo ehk raba laienemine olla ühtlane ja seetõttu on ka paljud ühel ajal kujunema hakanud sood väga erineva suuruse ja kujuga ning ka turba paksus neis võib oluliselt varieeruda. Üksik soo koos oma turbalasundi, veestiku ja taimestikuga moodustab tavaliselt kuni mõne km läbimõõduga lihtmassi ehk lihtlaama (Valk 1988). Arengu käigus võivad lihtlaamad üksteisega liituda moodustades mitme keskmega liitlaamasid, nende liitumisel aga kujunevad juba ulatuslikud soostikud nagu näiteks Endla soostik Pargi loodeosas.

Mistahes suurusega soo puhul võime eristada toitumuselt ja arengutasemelt madalsoid, siirdesoid ja kõrgsoid ehk rabasid. Samas võib ühes soostikus või isegi soos esineda kõiki kolme sootüüpi. Nii on rabade ääres enamasti ikka suuremaid või väiksemaid madal- ja siirdesoo alasid. Sootüüpide eristamise aluseks on nende toitumine ja taimestik. Madalsood on enamasti rõhtsa või veidi nõgusa pinnaga tasandikud, kus taimede toitumine toimub mineraalaineterikka põhja- ja pinnaveega. Hästilagunenud puu- ja niiskuselembestest rohttaimedest koosnev madalsooturba kiht on reeglina õhuke. Rabade ainsaks toiteallikaks on sademeteveed ja õhus leiduvad mineraalained. Neil on madalsoost liigivaesem taimestik, kuid valdavad turbasamblad annavad väga kiire turba juurdekasvu just raba keskosas, mistõttu raba pind ulatub ümbritsevast mineraalpinnast tihti mitme meetri võrra kõrgemale ning võib olla kas rõhtne või sagedamini kumera kujuga. Vee liikumine turbas on väga aeglane ja kui sademetevee hulk ületab aurumise ja vee väljavoolu rabast, siis hakkavad mätastevahelistesse lohkudesse tekkima esialgu ajutised veesilmad – älved, mis aja jooksul võivad muutuda püsivateks veekogudeks laugasteks. Need koos primaarsete rabajärvedega muudavad raba ökosüsteemi veelgi mitmekesisemaks ja huvitavamaks loodusvaatlejale.

Eestis on soid jääajajärgsel ajal tekkinud pidevalt, kuid nende tekkimise intensiivsus ning maismaalise ja järvelise soostumise vahetegur on sõltunud Holotseeni kliimamuutustest (Allikvee ja Ilomets 1995). Esimesed sood tekkisid Eestis juba Holotseeni alul umbes 10 000 a.t, kuid intensiivne soode teke algas alles 8500–8000 a.t. Siis tekkisid sood valdavalt maismaalise soostumise tagajärjel. Intensiivsem järvede kinnikasvamine algas mõnevõrra hiljem, umbes 6500 a.t. On kindlaks tehtud, et väga ulatuslik soode teke Eestis toimus umbes 5500–4000 a.t. Sellest ajavahemikust on pärit ligi pooled Eesti suurematest (üle 300 ha) soodest. Ka viimasel paaril aastatuhandel on uusi soid juurde tulnud, kuid esialgu on need väikese pindalaga ja õhukese turbalasundiga.

Pargi idee seisukohalt on soode näol tegemist väga eripalgelise ja keeruka loodusobjekti ja ökosüsteemiga. Maastike arengu seisukohast on soo kui maastikuüksus, kus toimub turbatekkeprotsess – üks maastiku arengusuundi, kus kogu orgaaniline aines ei lagune vaid kuhjub turbana. Botaanilisest aspektist on soo kasvukoht, kus kasvavad piiratud levikuga niiskuselembesed taimed. Hüdroloogia seisukohalt on sood ulatuslikud mageveehoidlad, kus kõik vee liikumise ja säilimise seaduspärasused ei ole kaugeltki veel selged. Geograafe ja geoloogide aga huvitavad soode tekke, arengu ja püsimise põhjused ja tingimused ning samuti ka nende osa üldises ainerings. Seega võiks sood muutuda Pargi olulisteks objektideks erinevate huvidega külastajatele eriti olukorras, kus looduslike soode arvukus eriti arenenud riikides väheneb. Siin aga on kergesti juurdepääsetavates kohtades ulatuslikud eriilmelised soomassiivid, kus tihti on juba olemas liikumist hõlbustavad laudteed ja infotahvlid. Nagu ikka on soode geoloogia ja arengu eksponeerimine keerukas, kuid seda saab korvata infomaterjalidega, mis seni paraku on rohkem suunatud looma- ja taimestikute kirjeldamiseks.



**Joonis 40.** Pargi territooriumil paiknevad suuremad soomassiivid (Eesti soode kaardirakendus).

Pargi alal on kokku 72 sood, neist 33 Jõgevamaal ja 39 Tartumaal. Neist suurimad ja Pargi idee realiseerimise seisukohalt olulisemad on suured, hästi uuritud ja kergesti juurdepääsetavad soostikud – Endla, Alam-Pedja ja Emajõe-Suursoo (Joon. 40).

**Endla soostik** (58°51'52" N, 26°7'40" E) (71) asub Pandivere kõrgustiku ja Vooremaa vahelises nõos. Endla soostikuks nimetatakse Jõgeva maakonna loodeosas asuvat soode rühma, mis ümbritseb Endla järve. Endla soostik tekkis lamedas nõos mandrijää taandumisel ja sulamisel moodustunud Suur-Endla järve kinnikasvamisel (*Endla looduskaitseala, b*). Soostik koosneb mitmest rabast ning neid ühendavatest ulatuslikest madal- ja siirdesooaladest. Soostikust üle poole on madalsoo (58%), 13% siirdesoo ja 29% kõrgsoo. Soo tekkis juba Preboreaalsel kliimastaadiumil, kui Pandivere kõrgustiku lõunanõlval olevad järvenõod soostuma hakkasid (Veber 1961). Turbakihi all esineb kuni 5 m paksusega järvelupja ja 1,4 m paksusega järvemuda (Ramst 1992). Soostik toitub põhja- ja loodeosas Pandivere kõrgustiku põhjaveest ning kesk- ja lõunaosas sademetest. Endla soostikus on mitmeid järvi, neist suuremad on Endla järv (180 ha), Männikjärv (18 ha), Linajärved (4 ha) jt (vt ptk Väikejärved). Valdavalt on Endla soostiku rabad puisrabad, mille puurindes valitseb kidur rabamänd. Soostiku kogupindala on 25 110 ha, Turbakihi maksimaalne paksus ületab 7 m, keskmine paksus 4–6 m (Allikvee ja Orru 1979; Orru et al 1992). Kogupindalast katab 18 975 ha suurust ala madal- ja siirdesooe lasund, 2992 ha suurust ala raba-segalasund ning 3143 ha suurust ala rabalasund. Madalsoolasund võtab enda alla suurema osa soostiku pindalast ning esineb terve soostiku piires praktiliselt katkematu alana. Lasund koosneb hästilagunenud puu-, puu-pilliroo- ja pilliroo-lehtsamblast. Raba-segalasund paikneb hajuti ning ümbritseb võõndina rabalasundit, see koosneb keskmiselt ja hästilagunenud fuskumi- ja kanarbiku-sfagnumturbast, kus leidub villpea vahekihte, mis lasuvad siirdesoo puu-sfagnumi-, puu-tarna-, tarna-lehtsambla- ning madalsoo pilliroo-tarnaturbal. Rabalasundis esinev valdavalt vähelagunenud fuskumiturvas, milles on kohati meediumi- ja villpeaturba vahekihte (Orru 1995). Endla soostik kuulub Endla looduskaitseala koosseisu.

Alates 1919. aastast töötab Toomal Eesti esimene soode uurimise keskus (*100 aastat soouuringuid...*), mis ühtlasi ka looduskaitseala ja infokeskuseks koos vastavate väljapanekutega. Ühtlasi algab Toomalt Männikjärve rabale viiv laudtee, kuhu on väga hea juurdepääs, rikkalik ja mitmekülgne uurimisinfo. Matkarada ja giidide kasutamise võimalus teeb Endla soostikust väga olulise loodusturismi ja –hariduse keskuse. Geoloogiline ja geomorfoloogiline informatsioon soostiku tekke eelduste/põhjuste ja soostiku arengu kohta on võimalik koondada infotahvlitele ja/või infokeskusesse Toomal.

**Alam-Pedja looduskaitseala** (58°28'21" N, 26°14'32" E) (72) on suurte soode, märgade metsade ja lammide ning looklevate jõgede piirkond. See asub Jõgevamaal Põltsamaa ja Puurmani, Tartumaal Laeva, Rannu, Puhja ja Tähtvere ning Viljandimaal Kõo ja Kolga-Jaani valla piires. Kaitseala asub Võrtsjärve nõos, kus praegune soomaastik oli 7500 kuni 10 000 aastat tagasi suuresti veega kaetud. Nüüdseks on endine järvenõgu soostunud (*Alam-Pedja*). Kaitsealal on laiaulatuslikke soid, millest suurimad on Laeva ja Põltsamaa-Umbusi soostik. 0,5–1,7 m paksusel järvemudal lamab kuni 5 m turvast. Kaitseala kogupindala on 34219,4 ha, mis teeb Alam-Pedja looduskaitsealast Eesti suurima looduskaitseala (*Alam-Pedja looduskaitseala*).

Alam–Pedja looduskaitseala looduskeskuseks on Kirna Õppekeskus, mis asub Jõgevamaal Puurmani vallas Jürikulas ning seda haldab Keskkonnaamet. Samuti asub looduskaitsealal Palupõhja Looduskool, mis tegeleb loodushariduse pakkumisega. Looduskaitsealal on kolm matka- ja õpperada, kus on laudteed koos infotahvlitega ja puhkekohtadega. Kaitseala lõunapiiriks on Emajõgi. Huvitav arengulugu on seotud Võrtsjärve hilis- ja pärastjääaegse arenguga, mil Suur Võrtsjärv ulatus ida suunas Kärevereni ja veetaseme langusega algasti turba tekkimine liigniiskel alal (Võrtsjärve raamat 2003).

Kaitseala loodi 1994. aastal rikkumata veerežiimiga ühtse maastikukompleksi kaitseks, kus esineb suuri soid, erinevaid metsatüüpe seal hulgas haruldasi humalatega lammimetsi, suuri jõgesid oma vanajõgedega ning ulatuslikke luhaalasid. Alam-Pedja kaitseala on üks Eesti suurimaid looduskaitsealasid, selle eripäraks on väga madal inimasustus. Alam-Pedja sood on lauka- ja älverikkad, soo on elupaigaks paljudele haruldastele taimedele ning ohustatud linnuliikidele. Luhaalad on tähtsateks elupaikadeks ohustatud linnuliikidele (suur- ja väike-konnakotkas, rohunepp). Ala on sügisel ja kevadel läbirändavate veelindude peatumispaigaks. Emajõe vanajõed on tähtsateks kalade kudealadeks. Kaitseala pindala on 34 396,4 ha (*Alam-Pedja looduskaitseala*).

**Emajõe-Suursoo** (58°22'59" N, 27°11'52" E) (73) maastikukaitseala paikneb Peipsi nõos Emajõe suudmealal Tartumaal Luunja, Mäksa, Meeksi, Peipsiääre, Vara ja Võnnu valla maadel (*Emajõe-Suursoo sookaitseala*). Soo ulatus põhjast lõunasse on 30 km, idast läände 18 km. Sood tuleks käsitleda soostikuna, kuna soo üksikud osad on killustatud paljude mineraalma saartega. Emajõe-Suursoo tekkis Peipsi järve arengu käigus. Liustiku taandumisel Soome aladele ja suure Peipsi jääjärve mahajooksu tagajärjel säilis Peipsi vaid Suurjärve keskosas paari meetri sügavuse järvena (Hang ja Miidel 2008). Selle veetase oli kuni 10 m madalam tänasest. Suure tõenäosusega sel ajal Emajõe ei eksisteerinudki ja Suursoo ala oli liigniiske või perioodiliselt üleujutatav, mida näitab järvesetete alla mattunud kuni 1,5 m paksune turbakiht (Allikvee jt 1980). Gletsiosiostaatilise kerke ja niiskema kliima tingimustes hakkas umbes 10 000 a.t. järve veetase tõusma ja ka Suursoo ala ujutati üle, mida omakorda näitab õhuke järvemuda kith turbalasundi all. Kuna veetaseme tõus oli väga aeglane siis Suursoo ala soostus ja vastavalt järve veetaseme aeglasele kerkimisele kasvas ka turba kihi paksus, mis tänaseks on kohati rohkem kui 6 m (Sarv ja Ilves 1975). Turba aluspind on küllalt liigestatud ja seetõttu varieerub ka turba paksus ning kohati ulatub mineraalpinnas ka soo tasemest kõrgemale. Need mineraalsed saarekesed olid ahvatlevad varasele inimasustusele, kui peamiseks tegevuseks oli kalapüük, jaht ja korilus. Põlluharimiseks oli seal aga maad vähe ja nii need varajased asulapigad ka hüljati (Moora jt 1988; Poska ja Saarse 2006). Tuntumaks selles piirkonnas on Akali kiviaja asulakoht, mis on oluline ka seetõttu, et siit leitud kultuurkõrreliste õietolm viitab ligi 600 aastat varasemale taimekasvatuse algusele kui mujal. Suursoo eesvooluks on Peipsi järv koos soostikku läbiva Emajõe ja selle lisajõgedega. Soo pindala on 20 256 ha, millest 711 ha suuruse ala hõlmab 116 mineraalmaasaart ja 655 ha kuulub seitsme järve ja jõgede laienenud alamjooksude alla. Madalsoolasund hõlmab enda alla 18 005 ha, siirdesoolasund 683 ha, raba-segalasund 48 ha ja rabalasund 1520 ha (Orru 1995). Turbasetendite maksimaalne paksus



ulatub 6,2 meetrini, keskmine paksus jääb 3 meetri ümber. Emajõe Suursoo on kaitse all alates 1980. aastast Emajõe Suursoo Sookaitsealana. Sookaitseala pindala on 18 130,6 ha (*Emajõe Suursoo*).

Loodus ja pärandkultuuri seosena võiks ehk eraldi välja tuua Kalli järve ja Emajõe vahele jääva Akali kiviaja asulakoha (Jaanits 1959; Moora jt 1988; Poska ja Saarse 2006). Kalli jõge Emajõega ühendava Akali jõe vasakul kaldal umbes meetri võrra soo pinnast kõrgemale kerkiva liivaseljendiku nölval leitud savikillud juhatasid juba möödunud sajandi 30ndate lõpus uurijad Kiviaja asulakohani. Hiljem on sealt leitud kivi- ja luuesemeid, isegi merevaiku, mis arheoloogide hinnangul kuuluvad eri asustusperioodidesse. Kultuurkihid on mattunud turba alla, mille kuhjumine algas juba 8500 a.t. (Moora jt 1988; Poska ja Saarse 2006). Arvatakse, et asulad nihkusid kühmu lae suunas vastavalt turba juurdekasvule. Põhiliseks tegevuseks oli kalapüük, küttimine ja korilus. Maaharimise esmased jäljed õietolmukoostises ulatuvad perioodi umbes 5600 a.t., mis on mõnisada aastat varasem teistest asulakohtadest Eestis ja raskesti seletatav muidu kui kultuurkõrreliste sattumisena lõunapoolsete põlluharijate rändel (Poska ja Saarse 2006). Üldiselt aga olid tingimused maaahrimiseks soodest piiratud alal nigelad, mis ilmselt põhjustas ka asulakohtade maha jätmise umbes 3800 a.t. (Poska ja Saarse 2006).

Nagu eespool kirjutatud, on sood väga erinev ja mitmepalgelised ökosüsteemid, mis pakuvad huvi paljude erialade inimestele. Kuna inimtegevusest puutumata soode hulk kahaneb kiiresti, siis Eestis on looduslikus olekus või väiksema inim mõjuga (kuivendus-) soid suhteliselt palju. Oluliseks on ka see, et tihti on sood kergesti juurdepääsetavad, nad on hästi uuritud, kohati juba valmis ehitatud matkaradade ja infomaterjalidega. See kindlasti suurendab nende väärtust huviobjektidena ja ka loodushariduslikku väärtust. Seetõttu on ka Pargi alal paiknevad sood Pargi ideed silmas pidades olulised ning erinevaid tegevusi (matkaradu, marsruute jne) planeerides tuleks nendega kindlasti arvestada. Veel kord tuleb tõdeda, et geoloogia seisukohalt on raske midagi eksponeerida, samas aga on geoloogiline- ja geomorfoloogiline situatsioon oluline soode kujunemisel ja arengus ning üldise looduse mõistmise seisukohalt tuleks ka seda infot loodusradade/objektide juures eksponeerida.

## Järeldused

Käesolev esmane ülevaade võimalikest geoloogia ja pinnamoega seotud huviobjektidest loodava Vooremaa geopargi alal näitab, et geopärand selles piirkonnas on huvitav ja väga mitmekesine. Kui geopärandile lisada veel loodusobjekte laiemalt ja pärandkultuuri osa, siis võib kindlalt öelda, et Pargi ideel on potentsiaali.

Mainitud objektide mitmekesisusest tulenevalt ei saa Park kujuneda teemapargiks, sest puuduvad väga selged ja atraktiivsed ühtse ehituse, geneesi või väljanägemisega objektid või objektide rühmad. Ilmselt on kõige lähemal eelmainitule Pargile tingliku nimegi andnud liustikutekkeline pinnamood. Kuid ka siin tuleb öelda, et puudub üks ja konkreetne objekt või ala ja nii loodusturismi kui loodushariduse seisukohalt tuleks liustikulist pinnamoodi vaadata komplekselt.

Üksikobjektidena on kõige selgemad konkreetsemad paljandid ja rändrahnud, kõige atraktiivsemad ja mitmepalgelisemad, ilmselt ka väärtuslikumad aga sood ja soostikud.

Pargi ideed toetavaks tuleb pidada väikseid vahemaid ja suhteliselt head juurdepääsu objektidele. Heaks näiteks võib jälle tuua soid, kus mitmel pool on rajatud õpperadasid koos hea teedevõrgu ja parkimisvõimalustega. Siinjuures tuleb märkida, et töö eesmärgiks ei olnud logistika ega võimalike muude huviobjektidega ühildamise võimalustele hinnangu andmine.

Kindlasti tuleb Pargi loomisel arvestada sellega, et tulenevalt geopärandi eripärast on selle huviobjekte väga keeruline eksponeerida. Paiknevad need tihti sügaval maa all (paleontoloogilised objektid) või on nii suured (Vooremaa), et pole kohal olles tajutavad. Seetõttu on varasemad publitseeritud materjalid väga olulised infomaterjalide ettevalmistamiseks. Nagu käesolevast kokkuvõttestki näha, on teemakohast kirjandust, sealhulgas nii teadus- kui populaarteaduslikke publikatsioone ning uuringuaruandeid väga palju. Kirjanduse loetelu koosneb valdavalt kiiresti ligipääsetavatest allikatest nagu Eesti Looduse Infosüsteem (EELIS) ja Keskkonnaregister. Lõplikku allikate ülevaate koondamist antud töös eesmärgiks ei seatud, kuid ka olemasolev võiks Pargi loojatele ülevaate saamiseks abiks olla.

Anti põgus ülevaade ja kus võimalik esitati ka näiteid Pargi ala hõlmavast kaardimaterjalist. Üldised aluspõhja ja pinnakatte ning reljeefikaardid on olemas. Kõige parem on seis reljeefiga, kus LIDAR andmeid kasutades on võimalik koostada väga detailseid kaarte/mudeleid ka väiksemate alade kohta. Geoogilised kaardid on olemas 1:200000 mõõtkavas, mis väiksemate alade kohta jäävad ilmselt üldisteks.

Koostatud interaktiivses andmebaasis on kirjeldatud 73 huviväärsust, neist 6 on aluspõhjageoloogilised ning 67 pinnakatte ja pinnamoega seotud, mis veelkord näitab objektide ebaühtlast esinemist Pargis. Suuremat rõhku pöörati käesolevas töös pinnakatte ja pinnamoega seotud geoloogilistele päranditele, mis on kujundatud liustiku liikumise poolt. Neid objekte on arvuliselt rohkem kui aluspõhjageoloogilisi ning ühtlasi on nad Pargis ringi liikudes tajutavamad. Suur osa geopärandist on lihtsasti ligipääsetav, kuid oma suurte mõõtmete tõttu ei ole need kohal olles tajutavad – see toob esile infomaterjalide/tahvlite esitamise vajaduse Pargis, et geoturistid

saaksid laiema pildi alast, kus nad viibivad ja oskaksid huviväärsustes näha nende geoloogilist lugu. Oluline märkida ka, et andmebaasis on objekte nimetatud rohkem kui neid tekstis käsitleti, sest niigi kujunes töö tekstiline osa liiga mahukaks. Osalt oli see tingitud ehk liiga laiast eesmärgist ja bakalaureusetöös oleks ehk võinud piirduda mõne konkreetsema objektide rühmaga. Samas tuleb nentida, et Pargi initsiatiivi poolne huvi oli just saada võimalikult lai ülevaade objektidest, mida loodetavasti käesoleva töö tulemus ka pakub. Hinnangut objektidele tuleb võtta kui esialgset, sest antud töö käigus objekte ei külastatud. Kindlasti oleks see nüüd järgmine samm objektide andmebaasi täiendamiseks. lahtris on rippmenüü valik, kust saab valida huvi pakkuva objektigrupi ning need välja sorteerida.

Kõikide potentsiaalsete huviväärsuste kirjeldamist bakalaureusetöö raamidesse ei mahuta, seetõttu tuleb kindlasti alustatud tööd jätkata, võttes eeskujuks juba olemasolev ülevaade. Kuna suurem rõhk läks pinnakatte ja pinnamoega seotud huviväärsustele, siis tuleks üksikasjalikumalt kirjedada ka aluspõhjageoloogilisi objekte, eesotsas paljandeid, mis sisaldavad endas palju geoloogilist ja paleontoloogilist informatsiooni, mida oleks huvitav lugeda ning mis väärivad kindlasti Pargis eksponeerimist. Geopärandid kannavad endas ka rahvapärimuse ja kultuuriga seonduvaid aspekte, millest käesolevas töös kirjeldati põgusalt vaid Kalevipojaga seonduvaid muistendeid. See on kindlasti suund, mida võiks tulevikus Pargi seisukohast lähtudes laiendada ning detailsemalt kirjeldada.

Väike kokkuvõte:

- Liustikutekkeline reljeef: aktiivse jää pinnavormid (voored); surnud jää pinnavormid (mõhnad); järvenõod; Otepää kõrgustik (väikesel alal Pargi edelaosas)
- Voored: mõõtmete, kuju ja orientatsiooni varieeruvus; looduses raskesti vaadeldavad; lihtsam vaadelda maketil või kaardil; siseehitust looduses näha ei ole
- Mõhnastikud kergesti ligipääsetavad; looduses raskesti vaadeldavad; lihtsam vaadata maketil või kaardil
- Rändrahnud: laia levikuga; info nende kohta kättesaadav; võimalik teha kiviparke väiksemaid palasid kasutades
- Järved: voortevahelised järved – lihtne juurdepääs; geoloogiat ja kujunemist raske eksponeerida; kaks suurjärve: Peipsi – kirjandust järve vee, elustiku ja geoloogilise ehituse kohta küllaldaselt; Võrtsjärve kohta samuti palju kirjandust, ühtlasi on Võrtsjärve ääres limnoloogiajaam
- Sood: väga mitmekülgsed, interdistsiplinaarsed loodusobjektid; olemas matkarajad; läheduses looduskoolid
- Jõed: suuremad Pedja, Amme, Emajõgi ja Ahja, mis on olulised veespordi seisukohalt; geoloogia seisukohalt infomaterjal vajalik.

## Kokkuvõte

Töö üldiseks eesmärgiks seati ülevaate andmine planeeritava Vooremaa geopargi geopärandist. Geopärand on maapõue ja pinnamoega seotud objektid, millel on oluline roll mingi piirkonna ja selle arenguloo kirjeldamisel, kandes endas geoloogilist ajalugu, looduse ja kultuuriga seotud pärandeid ning loodushariduslikku aspekti. Töö on esimene katse hinnata ja kaardistada geoloogilisi ja reljeefiga seotud huviobjekte Pargi territooriumil. Potentsiaalseid huviobjekte leidub Pargi alal palju, kuid antud töö raames ei seatud ülesandeks lõpliku nimekirja ja objektide kirjelduse esitamist, mis on kindlasti mahukam, kui üks bakalaureusetöö. Geopärandit on keeruline eksponeerida, kuna need paiknevad tihti sügaval maa all või pole oma suuruse poolest kohapeal tajutavad. Seetõttu on väga oluline roll varasemate uuringute tulemustel ning selle analüüsi põhjal infomaterjalide ettevalmistamise ja eksponeerimise juures.

Töö koosneb kolmest osast. Esimeses osas kirjeldatakse geopargi kontseptsiooni ning Eestis olevaid geoparke. Teine osa keskendub varasemale uuritusele ja allikatele ning annab Pargi ala üldise loodusgeograafilise ülevaate. Kolmas, kõige mahukam osa, toob välja geopärandi ülevaate ning annab ühtlasi hinnangu objektide olulisusest Pargi seisukohalt. Huviobjektid jaotati kahte alagruppi: A–aluspõhajeoloogilised huviväärsused ja B–pinnakatte ja pinnamoega seotud huviobjektid, mis jagunevad veel omakorda alajaotustesse. Töö struktuur järgib eelnevat struktuuri, andes ülevaate autori arvates olulisematest potentsiaalsetest huviväärsustest. Materjalide hulk erinevate objektide kohta varieerus suuresti. Paremini kaardistatud ja looduses hästi märgatavate huviväärsuste kohta leidis küllaltki palju infot (järved, rändrahnud, organogeensed pinnavormid), mistõttu tuli teha valikuid mida ja kui palju antud töös käsitleda. Vähemuuritud objektide (üksikute voorte, mõhnade, sõllide) kohta oli keerulisem infot koguda, suureks abiks oli reljeefikaart ja selle analüüsimine.

Kindlasti tuleb veelkord välja tuua, et töös käsitletavate geopärandi objektide nimekiri ei ole täielik, vaid see on valik, mille autor tegi. Selleks, et nimekirja ja kirjanduse loetelu oleks võimalik täiendada, koostati elektrooniline andmebaas, kuhu saab huviväärsuste kohta leiduvat informatsiooni edaspidi talletada. Kõiki andmebaasis olevaid objekte tekstis ei käsitletud, kuid need on esitatud tekstis numbriga, markeerides objekti asukohta andmebaasis. Näiteks Tamme pank (1) tähendab, et tegu on esimese objektiga andmebaasis. Andmebaasis tuuakse välja ka objekti asukoht, mõõtmed, hinnang ning kirjanduse loetelu ning kirjanduse loetelu koosneb valdavalt kiiresti ligipääsetavatest allikatest nagu Eesti Looduse Infosüsteem (EELIS) ja Keskkonnaregister. Nende avamisel leiab detailsema kirjanduse loetelu, mille eraldi väljatoomist autor vajalikuks ei pidanud. Andmebaas esitatakse exceli-failina PDF-i manuses ning köidetud versioonis leiab andmebaasi CD pealt.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Jõgeva- ja Tartumaa üleselt planeeritaval Vooremaa geopargil on suur potentsiaal saada geoturistide hulgas populaarseks külastusispaigaks. Oma unikaalsusega paistab silma Saadjärve voorestik, suur rändrahnude hulk ja Otepää saarkõrgustik, mille kujunemisloo järgi on tehtud ettepanek hakata kõiki saarkõrgustikke ka rahvusvaheliselt “otepääks” nimetama. Üheks



olulisemaks huviväärsuseks Pargis kujunevad ilmselt rabamassiivid, kuna nad on ümbruskonnast niivõrd erinevad, nende kohta leidub palju geoloogilist informatsiooni ning need on juba külastajatele atraktiivseks muudetud rohkete laudteede, vaatetornide ja infotahvilde kaudu.

## **Tänuavaldused**

Soovin tänada oma juhendajat Tiit Hangu väga suure abi ja juhendamise eest. Kaartide tegemisel oli suureks abiks Andris Pentjärv.

# Geoheritage potential at Vooremaa geopark

Elisabet Kirsi

## Summary

Main goal of this paper is to review the potential of geoheritage at Vooremaa geopark. Vooremaa geopark will be located in Tartu and Jõgeva county, in eastern Estonia. Geoheritage is a geological object that has an important role in describing the geological formation of a specific area. Geoheritage is important because of its geological, natural and cultural significance and its possibility to be used for educational purposes. The initiators of Vooremaa geopark do not have any earth science background thus they cooperate with the geology and geography departments at Tartu University. Their interest is to get a review of the potential of geoheritage at the territory of planned geopark including a review of the available sources of information, availability of maps and description of objects/object groups. Current work is the first review of geoheritage potential at the territory of Vooremaa geopark.

Because of the complexity of geological objects, their size and location it is very difficult to exhibit geoheritage. The reason is simple – most of the geological or geomorphological objects (drumlins, peatlands, lake depressions etc) usually cover a large area of land and are difficult to cover visually from a single location. Moreover, rocks and sediments are usually hidden underground and can be seen only in outcrops. The latter, unfortunately, are very rare at the Park territory. Thus, most of the geoheritage objects at the Park need information materials and explaining bulletin boards. Positive is that there really is a lot of geoinformation from the area.

The best way to handle the information are different databases. Thus one of the goals for the current work was to create a database of potential geoheritage objects at the Park. Objects of interest are divided into two groups: A–bedrock-related objects and B– quaternary sediments and topography-related objects. The database displays a list of potential geoheritage sites, their location and measures. References given in the database include only the sources that were used for creating the database. Evaluation of the potential of the sites of interest their accessibility, attractiveness, available information *etc.* should be considered as preliminary and need to be supported by further field studies.

In conclusion, Vooremaa geopark with its geoheritage has a great potential of being popular geotourism attraction. The geoheritage in Vooremaa geopark is unique. For example, Saadjärve Drumlin Field (also known as Vooremaa) is well-known for the significance of its drumlins which have remarkably bigger dimensions than on average. Another geologically interesting site is Otepää insular heights, in fact it is such a great example of the formation of insular heights that it was proposed to title all insular heights as “Otepääs”. At the end of the day, one of the most important part of geoheritage will be peatbogs. They differ from surrounding landscapes and they already have tracks with bulletin boards, resting places and lookout towers.

# Kasutatud kirjandus

## Kirjalikud allikad:

- Allikvee, H., Ramst, R., Veldre, M., Orru, M., 1980. Tartu rajooni turbamaardlate otsingulis uuringuliste tööde aruanne. Eesti Geoloogiafond, Keila.
- Allikvee, H., Orru, M., 1979. Jõgeva rajooni turbamaardlate otsingulis-uuringulis tööde aruanne, Eesti Geoloogiafond, Keila.
- Allikvee, H., Ilomets, M., 1995. Sood ja nende areng. Rmt: Raukas, A. (koost.), Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Valgus, Tallinn, lk 327–362.
- Arold, I., 2001. Eesti maastikuline liigestatus. Tartu Ülikooli Kirjastuse trükikoda, Tartu, 72 lk.
- Azman, N., Halim, S. A., Liu, O. P., Sidin, S., Komoo, I. 2010. "Public Education in Heritage Conservation for Geopark Community". 2010. Elsevier Ltd.. (PDF)
- Eilart, J., Kuusk, J., Laugaste, E., Liim, A., Madisson, J., Marksoo, A., Murel, V., Nõmmik, S., Piirimäe, H., Rea, T., Saar, A., Siilivask, K., Tarvel, E., Tiik, L., Trummal, V., Vaga, V., Vahtre, S., Varep, E., 1965. Jõgeva rajoon ja Tartu rajoon. Rmt: Varep, E. (koost.), Kas tunnend maad. Eesti Raamat, Tallinn, 752 lk
- Haberman, J., Pihu, E., Raukas, A. (koost.), 2003. Võrtsjärv: Loodus, aeg, inimene. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn. 541 lk.
- Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (koost.), 2008. Peipsi. Eesti Loodusfoto, Tartu, 472 lk.
- Hang, E., Karukäpp, R., 1979. Otepää kõrgustiku pinnavormistik. Rmt: Raukas, A. (koost.), Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Valgus, Tallinn, lk 42–65.
- Hang, T., Miidel, A., 1999. Bedrock topography. In: Miidel, A. & Raukas, A. (eds.) Lake Peipsi. Geology, pp 27-29. Sulemees publishers, Tallinn
- Hang, T., Miidel, A., 2008. Põhjasetete paksus ja stratigraafiline liigestus. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (koost.), Peipsi. Eesti Loodusfoto, Tartu, lk 83–92.
- Hang, T., Miidel, A., Kalm, V., Kimmel, K., 2001. New data on the distribution and stratigraphy of the bottom deposits of Lake Peipsi. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology 50(4):233–253.
- Hang, T., Rosentau, A., Rattas, M., Kalm, V., 2003. Kuremaa järve geoloogiast. Rmt: Puura, I. ja Reier Ü. (toim.), XXVI Eesti loodusuurijate päev, Vooremaa loodus. Sulemees, Tartu, lk. 17-26.
- Hang, T., Kalm, V., Kihno, K., Milevičius, M., 2008. Pollen, diatom and plant macrofossil assemblages indicate a low water level phase of Lake Peipsi at the beginning of the Holocene. Hydrobiologia 599: 13–21.
- Hang, T., Kalm, V., 2014. Maa pinnamood ja seda mõjutavad tegurid. Rmt: Mander, Ü., Liiber, Ü. (koost.), Üldmaateadus: Õpik kõrgkoolidele. Eesti Loodusfoto, Tartu, lk 144–223.
- Ilomets, H., Kask, H. & Ristkok, J. 1987. Appi kaladele Emajõe sootides, Eesti Loodus, 4, 264-266.
- Jaani, A. 1973. Suurjärv+Lämmijärv+Pihkva järv. Eesti Loodus, 12: 706–708.
- Jaanits, L., 1959. Poseleniya epokhi neolita i rannego metalli v priust'e reki Emajygi. Eesti NSV Teaduste Akadeemia, Ajaloo instituut, Tallinn, 382 lk.
- Järveoja, M., 2012. Võimalike retsessioonimureenide esinemine Alutagusel. Magistritöö loodusgeograafias, 57 lk.
- Järveoja, M., Hang, T., Aunap, R., Pae, T., 2010. Vasknarva muutunud rannad. Eesti Loodus, 12.
- Kajak, K., Kajak, H., 1963. Tartu Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 (1:100 000) ENSV kaguosas (leht O-35-XV) 1959.-1962. a. Aruande EGF inventari number: 2046. Valdkond: kaardistamine. 7, 370 lk (vene keeles).
- Kajak, K., Paulman, V., 1964. Balti seeria leht O-35-XV. Seletuskiri. Aruande EGF inventari number: 2092. Valdkond: kaardistamine. 2, 112 lk (vene keeles).
- Kajak, K., 1964. Peipsi nõo geoloogiast ja geomorfoloogiast. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1963. Eesti NSV Teaduste Akadeemia, Tallinn, lk 20–33.
- Kajak, K., 1965a. Geological features of the ice-marginal formations in Estonia. In: Basalikas, A. B. (ed.): *Krajevye obrazovaniya materikovogo oledeneniya*. Vilnius, lk 59–64 (vene keeles).
- Kajak, K. 1965b. On the geology of drumlins of Saadjärv. In: Orviku, K. (ed.): *Litologiya i stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenij Estonii*. Eesti NSV TA Geoloogia instituut, Tallinn, lk 23–28 (vene keeles).



- Kajak, K., Kajak, H., Kivisilla, J., Pastuhhova, A., Petersell, V., Puura, V., Saadre, T., Rimmel, P., 1974. Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 Eesti idaosas ja Pihkva oblasti lääneserval (leht O-35-XVI) 1970.-1973. a. Aruande EGF inventari number: 3303. Valdkond: kaardistamine. 5, 294 lk (vene keeles).
- Karukäpp, R., Raukas, A., Āboltinš, O., 1999: Glacial accumulative insular heights (Otepäas) – specific topographic features in the Baltic states. In Miller, U., Hackens, T., Lang, V., Raukas, A., Hicks, S. (eds.) PACT 57, pp. 193-205.
- Keppar, V., Puss, T., 1992. Kassinurme õpperada. Eesti Loodus 43 (5): 273–278.
- Kihno, K., Saarse, L., Amon, L., 2011. Late Glacial vegetation, sedimentation and ice recession chronology in the surroundings of Lake Prossa, central Estonia. Estonian Journal of Earth Sciences, 60 (3): 147–158.
- Körvel, V., Körvel, N., 1963. Rakvere Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 lehel O-35-IX 1960.-1963. a. Aruande EGF inventari number: 2072 (vene keeles).
- Järvesetete lasumusest, koostisest ja kujunemisest Saadjärve voorestiku järvedes. Diplomitöö, käsikiri TÜ geograafia osakonnas.
- Loopmann, A. 1964. Ülevaade Emajõe suudmeala soostikust. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1963, Tallinn, lk. 73-97.
- Mieler, A., 1926. Ein Beitrag zur Frage des Vorrückens des Peipus an der Embachmündung und auf der Peipusinsel Piirisaar in dem Zeitraum von 1682 bis 1900. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis, A 9(2): 1–19.
- Müügel, A., Hang, T., Pirrus, R., Liiva, A., 1995. On the development of the southern part of Lake Peipsi in the Holocene. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology 44(1): 33–44.
- Müügel, A., Raukas, A. (eds.), 1999. Lake Peipsi: Geology. Sulemees Publishers, Tallinn, 148 lk.
- Müügel, A., 2008... mis osa juures ilmselt piirisaare? Maakoore nüüdisliikumised. Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (toim.) Peipsi. Eesti Loodusfoto, Tartu, lk. 25-28.
- Moora, T.; Ilomets, M.; Jaanits, L., 1988. Muistsetest loodusoludest Akali kiviaja asulakoha lähiümbruses. Rmt: Rõuk, A.-M. & Selirand, J. (toim.) Loodusteaduslikke meetodeid Eesti arheoloogias, lk. 26-38.
- Mäemets, A., 1977. Eesti NSV järved ja nende kaitse. Valgus, Tallinn, 264 lk.
- Noormets, R., Hang, T., Müügel, A., Flodén, T. & Bjerkeus, M., 1998. Seismic stratigraphy of Quaternary deposits in Lake Peipsi, eastern Estonia. GFF 120(1): 47–52.
- Nõges, T., 2001. Lake Peipsi. Meteorology, Hydrology, Hydrochemistry. Sulemees Publishers. Tartu, 166 lk.
- Orru, M., Širokova, M., Veldre, M., 1992. Eesti turbavarud. Tallinn.
- Orru, M., 1995. Eesti turbasood. Teatmik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 240 lk.
- Orviku, K., 1941. Geoloogilisi märkmeid S-Emajõe süvenduste kohta Kärevere ja Jänese vahel., Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetised Nr. 64, Tartu, lk. 68-125.
- Orviku, K. 1946. Tartu linna hüdrogeoloogia. Eesti NSV Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised. Geoloogia ja geograafia, 1, Tartu, 53 lk.
- Orviku, K. 1953. Kvaternaarseist settetest Suur-Emajõe sāngi piirides Kärevere ja Kastre vahemikus(käsikiri), 4 lk.
- Orviku, K., 1961. Geological structure of drumlins in Estonia. 2, 64–72. Moskva (vene keeles).
- Paap, Ü., Veski, R., Palu, V., 1981. Lahepera järve geoloogiast ja selle setete koostisest. Rmt: Raukas, A. (toim.) Peipsi-Pihkva järve põhjasetted, lk. 94-115. (vene k)
- Paeveer, A., 1993. Kassinurme linnamägi – Kalevipoja sāng. Eesti Loodus 44 (10): 340–341.
- Peensoo, B., 2009. Piirisaare randade iseloomustus, rannajoone muutused ajas ja selle võimalikud põhjused. Bakalaureusetöö loodusgeograafias, 60 lk.
- Peensoo, B., Hang, T., Aunap, R., 2009. Kas Piirisaar ikkagi kahaneb? Eesti loodus (11).
- Pihu, E., Haberman, J., 2001. Lake Peipsi. Flora and Fauna. Sulemees Publishers. Tartu, 152 lk.
- Pirrus, R., Rõuk, A.-M., 1979. Uusi andmeid Soitsjärve nõo geoloogiast. Rmt: Raukas, A. (toim.). Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Valgus, Tallinn, lk 118-144.
- Pirrus, R. 1983. Eesti NSV tähtsamate looduskaitsealade pinnakatte ehitus ja kujunemine. Vooremaa maastikukaitseala järvesetete geoloogia ja järvede areng. Aruanne, käsikiri TTÜ geoloogia instituudis, 122 lk.

- Pirrus, R., Rõuk, A.-M. & Liiva, A. 1987. Geology and stratigraphy of the reference site of Lake Raigastvere in Saadjärve Drumlin Field. In: Raukas, A. & Saarse, L. (eds) *Palaeohydrology of the temperate Zone, Vol. II, Lakes*. Tallinn, Valgus, lk. 101-122.
- Pirrus, R., Rõuk, A.-M. 1988. Inimtegevuse kajastumisest Vooremaa soo- ja järvesetetes. Rmt: Rõuk, A.-M. ja Selirand, J. (toim.) *Loodusteaduslikke meetodeid Eesti arheoloogias*. Eesti NSV Teadusteakadeemia, Tallinn, lk. 39–53.
- Pirrus, E., 2009. Eestimaa suured kivid. TTÜ Geoloogia Instituut, Tallinn, 122 lk.
- Poska, A., Saarse, L. 2006. New evidence of possible crop introduction to north-eastern Europe during the Stone Age. *Veget Hist Archaeobot* 15: 69–179.
- Ramst, R., 1992. Eesti järvemudavaru. Eesti Geoloogiakesus, Tallinn, lk 1–24.
- Rattas, M., Piotrowski, Jan A., 2003. Influence of bedrock permeability and till grain size on the formation of the Saadjärve drumlin field, Estonia, under an east-Baltic Weichselian ice stream. *Boreas*, 32: 167-177.
- Rattas, M. 2004. Subglacial environments in the formation of drumlins – the case of Saadjärve Drumlin Field, Estonia. *Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis*, 14, 117 pp. Tartu, Tartu University Press.
- Raukas, A. (koost.), 1995. Eesti loodus. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 606 lk.
- Raukas, A., 2008. Peipsi põhjasetete koostis ja kujunemine. Rmt: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (koost.). *Peipsi. Eesti Loodusfoto*, Tartu, lk 93–99.
- Raukas, A., Rähni, E., 1969. On the geological development of the Peipsi-Pihkva depression and the basins distributed in that region. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Keemia, Geoloogia* 18(2), 113-117. (In Russian)
- Raukas, A., Rähni, E. Miidel, A., 1971. Mandrijää servamoodustised Põhja-Eestis, 226 lk. Tallinn, Valgus. (vene keeles)
- Raukas, A., Rähni, E., 1981. Pihkva-Peipsi järve põhjasetete struktuuri tüübid ja nende kujunemise iseärasused. Raukas, A. (toim.) *Peipsi-Pihkva järve põhjaseted*, lk. 7-22. (vene keeles)
- Raukas, A., Tavast, E., 1989. Peipsi-Pihkva puhkepiirkonna arendamise geoloogilis-geomorfoloogilised eeldused. Rmt: *Keskkonnakaitse sotsiaalsed probleemid*. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 23. Valgus, Tallinn, lk 80–96.
- Raukas, A., Rõuk, A.-M. 1995. Pinnamood ja selle kujunemine. Rmt: Raukas, A. (koost.), *Eesti loodus*. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, lk 120–175.
- Rommel, H., 1978. Vooremaa. Eesti Raamat, Tallinn. 179 lk.
- Ritsberg, K., 2004. Emajõe oru geoloogiast ja morfoloogiast. *Balaureusetöö*, TÜ geograafia osakond, 66 lk.
- Ristkok, J. 1969. Emajõe vanajõed., TRÜ Toimetised, Zooloogiaalaseid töid V, vihik 231, Tartu, lk. 3-109.
- Ritsberg, K., 2004. Emajõe oru geoloogiast ja morfoloogiast. *Balaureusetöö*, TÜ geograafia osakond, 66 lk.
- Ritsberg, K., Hang, T., Miidel, A., 2005. Andmeid Emajõe oru geoloogia ja morfoloogia kohta. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat. 35. köide, Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 315 lk
- Rosentau, A., Hang, T., Miidel, A., 2004. Simulation of the shorelines of glacial Lake Peipsi in Eastern Estonia during the Late Weichselian. *Geological Quarterly*, 48, 4: 299–307.
- Rosentau, A., Hang, T., Kalm, V., 2007. Water-level changes and palaeogeography of proglacial lakes in eastern Estonia: synthesis of data from the Saadjärve Drumlin Field area. *Estonian Journal of Earth Sciences* 56 (2), 85–100.
- Rosentau, A., Vassiljev, J. Hang, T., Saarse, L., Kalm, V., 2009. Development of the Baltic Ice Lake in the eastern Baltic. *Quaternary International* 206 (2009), 16–23.
- Rõuk, A.-M. 1974. Voorte ja voorelaadsete pinnavormide morfoloogiline vaheldusrikkus Saadjärve voorestikus. Rmt: Merikalju, L. (toim.), *Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1973*. Valgus, Tallinn, lk 5–35.
- Rõuk, A.-M. 1976. Drumlins and drumlin-like landforms in the North-East Baltic. In: Raukas, A., Tulp, L. (eds.), *Estonia. Regional Studies*. Academy of Sciences of the Estonian SSR, Estonian Geographical Society, Tallinn, pp. 21–33.
- Rõuk, A.-M., 1977. Pinnamood Vooremaa ja Emajõe vahel. *Eesti Loodus*, 3: 154–160.
- Rõuk, A.-M. 1984. Eesti voorte ja voorelaadsete pinnavormide kujunemise probleeme. Rmt: Merikalju, L. (toim.), *Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1980*. Valgus, Tallinn, lk. 49–55.

- Rõuk, A.-M. 1987. Physiography of the central part of Saadjärv Drumlin Field with special reference to Lake Raigastvere and its surroundings. In: Raukas, A., Saarse, L. (eds.), *Palaeohydrology of the temperate zone II. Lakes*. Valgus, Tallinn, pp 81–100.
- Rõuk, A.-M. & Raukas, A. 1989. Drumlins of Estonia. *Sedimentary Geology*, 62: 371–384.
- Saksing, A. 2007. Vooremaa: Jääaja vabaõhmuuseum. Eesti Loodusfoto, 84 lk.
- Sarv, A., Ilves, E., 1975. Über das Alter der holozänen Ablagerungen im Mündungsgebiet des Flusses Emajõgi (Saviku). *Proceedings of Estonian Academy of Sciences. Chemistry, Geology* 24:64–69 (vene keeles, saksa keelne kokkuvõte)
- Sisewete Büroo. T.M., 1923. Emajõgi Tartust Võrtsjärveni Kaardilehtedel L1-L22 mõõtkavas 1:4000
- Sisewete Büroo. T.M., 1925. Emajõgi Tartust Peipsini Kaardilehtedel L1-L20 mõõtkavas 1:4000
- Suuroja, K., Suuroja, M., 2006. Eesti 100 rändrahn. Geotrail, Tallinn, 109 lk.
- Suuroja, K., Suuroja, M., 2008. Hiidrahnud. OÜ GeoTrail KS, 191 lk.
- Tamre, R., 2006. Eesti järvede nimestik: Looduslikud järved, tehisjärved. Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn, 168 lk.
- Tavast, E. 1999. Shore types. In: A. Raukas & A. Teedumäe (eds.), *Geology and Mineral Resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn: 101–102.
- Timm, T. (koost.), 1973. Võrtsjärv. Valgus, Tallinn, 284 lk.
- Valk, U. (koost.), 1988. Eesti sood. Valgus, Tallinn, 342 lk.
- Valk, U., 2005. Eesti rabad: ökoloogilis-metsanduslik uurimus. Halo Kirjastus, Tartu, 314 lk.
- Veber, K. 1961. Soo- ja järvestratigraafiast Pandivere kõrgustikul. Eesti NSV TA Geoloogia Instituudi uurimused, VII. Antropogeeni geoloogia. Tallinn, lk 105–114.
- Veeteede Amet. 2004. Emajõe atlas: Praagast Tartuni.
- Viiding, H., 1986. Suurte rändrahnude kirjeldamise juhend. Abiks loodusvaatlejatele nr 86. Tartu, 104 lk.
- Viiding, H., 1995. Geoloogiline ehitus. Rmt: Raukas, A. (koost.), Eesti loodus. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, lk 40–61.
- Väärsi, A., Kirs, E., 1970. Eestikeelne nimetus: NSVL geoloogilised ja hüdrogeoloogilised kaardid mõõtkavas 1:200 000. Balti seeria, leht O-35-IX. Aruande EGF inventari number: 3151. Valdkond: kaardistamine (vene keeles).

### **Internetiallikad:**

- 100 aastat soouuringute algusest Toomal (vaadatud 19.05.2016):*  
<http://www.eestiloodus.ee/index.php?id=3482>
- About GGN (vaadatud 06.11.2015):*  
<http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/51.htm>
- Adavere paemurd (vaadatud 29.03.2016):*  
<http://www.geokogud.info/locality.php?id=13447>
- Ahja jõe ürgoru maastikukaitseala (vaadatud 21.05.2016):*  
[http://www.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/artikkel645\\_632.html](http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel645_632.html)
- Ahja jõgi (vaadatud 21.05.2016):*  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/ahja\\_j%C3%B5gi2](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/ahja_j%C3%B5gi2)
- Alam-Pedja (vaadatud 17.05.2016):*  
[http://files.voog.com/0000/0030/9870/files/Alam-Pedja\\_trykk.pdf](http://files.voog.com/0000/0030/9870/files/Alam-Pedja_trykk.pdf)
- Alam-Pedja looduskaitseala (vaadatud 19.05.2016):*  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;1047347660;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj\\_id=2059](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;1047347660;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj_id=2059)
- Alam-Pedja looduskaitseala (vaadatud 28.03.2016):*  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/alam-pedja\\_looduskaitseala](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/alam-pedja_looduskaitseala)
- Aruküla paljand (vaadatud 29.03.2016):*  
[http://www.hkhk.edu.ee/vanker/devon/arukla\\_paljand.html](http://www.hkhk.edu.ee/vanker/devon/arukla_paljand.html)
- Baaskaardi Tartu (5441) kaardilehe seletuskiri (vaadatud 05.04.2016):*  
[http://geoportaal.maaamet.ee/docs/geoloogia/Seletuskiri\\_Tartu.pdf?t=20091211092206](http://geoportaal.maaamet.ee/docs/geoloogia/Seletuskiri_Tartu.pdf?t=20091211092206)
- Definition of Geopark (vaadatud 06.11.2015):*  
[http://www.geopark.gov.hk/en\\_s1b.htm](http://www.geopark.gov.hk/en_s1b.htm)
- Earth Heritage (vaadatud 06.11.2015):*  
[http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=170](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=170)
- Eesti aluspõhja kivimid. Devon Eestis (18.05.2016):*

<http://www.geoeducation.info/cobweb/Materjalid/kiosk/image35.html>  
Eesti esimene geopark asub Loode-Eestis (vaadatud 06.11.2015):  
[http://www.eestiloodus.ee/artikkel3568\\_3538.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel3568_3538.html)  
Eesti Geoloogiakeskuse kaardiserver (viimati vaadatud 21.05.2016):  
<http://www.egk.ee/kasulikku/kaardiserver/>  
Eesti loodusgeograafia. Siseveed (vaadatud 28.03.2016):  
[http://www.tlu.ee/~kaija/Eesti%20loodus-%20ja%20majandusgeograafia/8\\_Siseveed.pdf](http://www.tlu.ee/~kaija/Eesti%20loodus-%20ja%20majandusgeograafia/8_Siseveed.pdf)  
Eesti vesikonnad. Eesti entsüklopeedia (EE) (vaadatud 29.03.2016):  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti\\_vesikonnad](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti_vesikonnad)  
Eesti vooluvete pikiprofilid (vaadatud 28.03.2016):  
<http://jogedegeomorfoloogia.weebly.com/eesti-vooluvete-pikiprofilid.html>  
Emajõgi (vaadatud 21.05.2016):  
<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/emaj%C3%B5gi3>  
Emajõe Suursoo (vaadatud 28.03.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=2055537124](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=2055537124)  
Emajõe-Suursoo sookaitseala (vaadatud 28.03.2016):  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/emaj%C3%B5e-suursoo\\_sookaitseala](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/emaj%C3%B5e-suursoo_sookaitseala)  
Endla ja ta sõsarjärved (vaadatud 21.05.2016):  
[http://www.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/EL/vanaweb/9710/jarved.html](http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/9710/jarved.html)  
Endla järv, a (vaadatud 18.05.2016):  
<http://www.eestigiid.ee/index.php?SCat=38&CatID=4&ItemID=1487>  
Endla järv, b (vaadatud 18.05.2016):  
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTPPopcOsnnBan6G.JxbYk2WWqQCjoH68BX>  
Endla looduskaitseala, a (vaadatud 18.05.2016):  
<http://www.keskkonnaamet.ee/?lang=endla>  
Endla looduskaitseala, b (vaadatud 28.03.2016):  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/endla\\_looduskaitseala](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/endla_looduskaitseala)  
Endla looduskaitse ala, c (vaadatud 19.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;1047347660;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj\\_id=2844](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;1047347660;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj_id=2844)  
Endla soostik (vaadatud 28.03.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=6;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=-1038427421](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=6;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=-1038427421)  
Geopargi loojad (vaadatud 06.11.2015):  
<http://jaaaeg.ee/geopark/et/geopargi-loojad/>  
Geopark (vaadatud 06.11.2015):  
<http://jaaaeg.ee/geopark/et/geopark/>  
Global Geoparks Network a (vaadatud 06.11.2015):  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001500/150007e.pdf>  
Global Geoparks Network b (vaadatud 06.11.2015):  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Geoparks\\_Network](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Geoparks_Network)  
Introduction a (vaadatud 06.11.2015):  
[http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=342](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=342)  
Introduction b (vaadatud 06.11.2015):  
[http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=6](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=6)  
Jõgevamaa metsaselts (vaadatud 19.05.2016):  
<http://www.kassinurme.ee/>  
Jõgeva maakond, a (vaadatud 28.03.2016):  
<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/j%C3%B5gevamaa3>  
Jõgeva maakond, b (vaadatud 19.05.2016):  
[http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2011/05/60-69\\_UUS.pdf](http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2011/05/60-69_UUS.pdf)  
Kalana karjää, ar a (vaadatud 29.03.2016):  
[http://www.hkhk.edu.ee/vanker/silur/kalana\\_karjr.html](http://www.hkhk.edu.ee/vanker/silur/kalana_karjr.html)  
Kalana karjäär, b b (vaadatud 29.03.2016):  
<http://www.geokogud.info/locality/15417>  
Kallaste pank (vaadatud 29.03.2016):



[http://www.hkhk.edu.ee/vanker/devon/kallaste\\_pank.html](http://www.hkhk.edu.ee/vanker/devon/kallaste_pank.html)  
*Kalmistu paljand* (vaadatud 29.03.2016):  
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main?id=LO2862&mount=view#HTTPO0xOTaknz0726hYj1vgUU500tMQHt9>  
*“Kannahaua maastikukaitseala moodustamine ja kaitse-eeskiri” eelnõu seletuskiri. Vabariigi Valitsuse määrus* (vaadatud 03.05.2016):  
[http://www.keskkonnaamet.ee/public/bannerid/seletuskiri\\_Kannahaua\\_mka\\_1.pdf](http://www.keskkonnaamet.ee/public/bannerid/seletuskiri_Kannahaua_mka_1.pdf)  
*Kannahaua sulglohk* (vaadatud 03.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=853884204](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=853884204)  
*Kassinurme* (vaadatud 06.04.2016):  
<http://www.kassinurme.ee/kassinurme.html>  
*Kassinurme põnevad künkad* (vaadatud 07.04.2016):  
[http://www.eestiloodus.ee/artikkel1987\\_1972.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel1987_1972.html)  
*Kassinurme mäed* (vaadatud 06.04.2016):  
<http://pilt.delfi.ee/album/124983/?view=blog>  
*Konguta Suurekivi* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=64;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1198913528](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=64;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1198913528)  
*Kumb on kaunim kogu maal: Laiuse või Koimula?* (vaadatud 28.03.2016):  
[http://www.loodusajakiri.ee/loodus/artikkel1617\\_1595.html](http://www.loodusajakiri.ee/loodus/artikkel1617_1595.html)  
*Laanekivi= Tõruvere Laanekivi* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=7;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=883587534](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=7;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=883587534)  
*Laiuse mägi, a* (vaadatud 19.05.2016):  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/laiuse\\_m%C3%A4gi](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/laiuse_m%C3%A4gi)  
*Laiuse mägi, b* (vaadatud 19.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=4;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1044264328](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=4;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1044264328)  
*Maa-ameti geoprtaal* (viimati vaadatud 19.05.2016):  
<http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis>  
*Meet our Geoparks* (vaadatud 06.11.2015):  
[http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=168](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=168)  
*Members list* (vaadatud 06.11.2015):  
<http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/list/index.htm>  
*Moori kivi* (vaadatud 17.05.2016):  
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main?id=LO849&mount=view#HTTPLNrmxmdEOwnvchz3sNZ7TnzGWNobyT>  
*Peipsi* (vaadatud 19.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=4;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=-1532491773](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=4;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=-1532491773)  
*Pinnakate* (vaadatud 22.05.2016):  
<http://www.ut.ee/BGGM/eestigeol/pinnakate.html>  
*Piirissaar – saar kahe järve piiril* (vaadatud 19.05.2016):  
<http://www.puhkaeestis.ee/et/puhka-eestis/piirissaar-%E2%88%92-saar-kahe-jarve-piiril>  
*Pollikivi=Sookalduse rahn* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1042189463](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1042189463)  
*Pärsikivi* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=45;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1042441752](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=45;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1042441752)  
*Ruskavere pegmatiidrahn* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=47;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=-789628006](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=47;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=-789628006)  
*Saadjärvi* (vaadatud 03.05.2016):  
<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/saadj%C3%A4rv3>  
*Saadjärve Suurkivi* (vaadatud 17.05.2016):

[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=31;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1882143359](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=31;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1882143359)

*Saarte Geopark* (vaadatud 06.11.2015):  
<http://www.saartegeopark.ee/>

*Seismiline seire* (vaadatud 06.04.2016):  
[http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com\\_content&view=article&id=642&Itemid=181](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=642&Itemid=181)

*Silur Eestis* (vaadatud 18.05.2016):  
<http://www.geoeducation.info/geoturism/silur.php>

*Sinialliku sõll* (vaadatud 03.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=1044346168](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=8;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=1044346168)

*Siseveed. Eesti loodusgeograafia* (vaadatud 29.03.2016):  
[http://www.tlu.ee/~kaija/Eesti%20loodus-%20ja%20majandusgeograafia/8\\_Siseveed.pdf](http://www.tlu.ee/~kaija/Eesti%20loodus-%20ja%20majandusgeograafia/8_Siseveed.pdf)

*Sood Eestis. Kaardirakendus* (vaadatud 19.05.2016):  
<http://kaart.soo.ee/map>

*Tamme paljand* (vaadatud 02.04.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj\\_id=1176](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=objresult=ala&obj_id=1176)

*Tartu maakond* (vaadatud 28.03.2016):  
<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/tartumaa4>

*The history of geoconservation: an introduction* (vaadatud 14.11.2015):  
<http://sp.lyellcollection.org/content/300/1/1.full>

*Valla põhjapiirilt Vägevalt* (vaadatud 19.05.2016):  
<http://www.jogevavv.ee/karde>

*Vedu nõiarahn* (vaadatud 17.05.2016):  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=60;1284447618;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj\\_id=363315397](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=60;1284447618;est;eelisand;;&comp=objresult=yrg&obj_id=363315397)

*Voored* (vaadatud 06.04.2016):  
[http://www.ut.ee/BGGM/ylidine\\_geoloogia/voored1.pdf](http://www.ut.ee/BGGM/ylidine_geoloogia/voored1.pdf)

Mina, Elisabet Kirsi,

*(autori nimi)*

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
**Geopärand loodava Vooremaa geopargi alal**  
*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Tiit Hang,

*(juhendaja nimi)*

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus **23.05.2016**